सामान्य विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी

1. भौतिक विज्ञान, 2. रसायन विज्ञान, 3. जीव-विज्ञान के अनुप्रयोग, 4. मानव शरीर क्रिया-विज्ञान, 5. मानव स्वास्थ्य

भौतिक विज्ञान

(Physics)

कुछ सामान्य भौतिक राशियाँ

- भौतिक राशियों को अदिश (Scalar) एवं सदिश (Vector) दो वर्गों में विभाजित किया जाता है।
- वैसी भौतिक राशि जिसे व्यक्त करने के लिए सिर्फ परिमाण की आवश्यकता होती है, उसे अदिश राशि कहते हैं। दूरी, समय, चाल, कार्य, ऊर्जा, शक्ति इत्यादि अदिश राशियाँ हैं।
- वैसी भौतिक राशि जिसे व्यक्त करने के लिए परिमाण के साथ दिशा की भी आवश्यकता पड़ती है और जो योग के निश्चित नियमों का पालन करते हैं, सदिश राशि कहलाती है। विस्थापन, वेग, त्वरण, बल, संवेग, बल आघूर्ण इत्यादि सदिश राशि होते हैं।
- कुछ भौतिक राशियाँ जैसे विद्युत धारा, ताप, दाब में परिमाण एवं दिशा दोनों होने के बावजूद अदिश होती हैं, क्योंकि ये सदिश के योग नियम (Addition Law of Vector) का पालन नहीं करते हैं।
- किसी पिण्ड द्वारा चली गई कुल लम्बाई को दूरी (Distance) कहते हैं। इसका मात्रक मीटर होता है।
- दूरी के कुछ छोटे एवं बड़े मात्रक निम्नलिखित हैं—

  (i) **प्रकाश वर्ष** : निर्वात् में प्रकाश के द्वारा एक वर्ष में तय की गई दूरी है। इसका मान 9.46×10^{15}m के बराबर होता है।

  (ii) **खगोलीय ईकाई** (Astronomical Unit)—सूर्य से पृथ्वी के बीच की औसत दूरी। इसका मान 1.496×10^{11}m के बराबर होता है।

  (iii) **पारसेक** (Parsec)—यह पारलेक्टिक सेकेण्ड का संक्षिप्ताक्षर होता है। इसका मान 3.26 प्रकाश वर्ष (Light Year) के बराबर होता है। यह दूरी का सबसे बड़ा मात्रक होता है। 1 पारसेक = 3.08×10^{16}m

  (iv) **फर्मीमीटर** (Fermimeter)—किसी परमाणु के नाभिक (Nucleus) के औसत व्यास को एक फर्मीमीटर कहते हैं। इसका मान 10^{-15}m के बराबर होता है।

  (v) **फैदम** (Fathom)—इसका प्रयोग समुद्र की गहराई मापने में किया जाता है। एक फैदम 6 फीट या 1.828m के बराबर होता है।

  (vi) 1 केबल = 100 फैदम

  (vii) **समुद्री मील** (Nautical mile)—समुद्र में दूरी मापने में इसका प्रयोग किया जाता है। एक समुद्री मील का मान 1852m के बराबर होता है।

बल (Force)

- बल वह बाह्य कारक होता है जो किसी पिण्ड पर लगकर उसकी स्थिति में परिवर्तन करता है, या करने की चेष्टा करता है।
- बल एक सदिश राशि है तथा एस. आई. (SI) में इसका मात्रक न्यूटन (N) होता है। सी. जी. एस. पद्धति में इसका मात्रक डाईन होता है। एक न्यूटन का मान 10^5 डाईन के बराबर होता है। $1N = 1Kgm/s^2$
- किसी पिण्ड पर कार्यशील बल का मान पिण्ड के द्रव्यमान (m) एवं उस पर उत्पन्न त्वरण (a) के गुणनफल के बराबर होता है।

  बल (F) = द्रव्यमान (m) × त्वरण (a)
- 1N वह बल है जो 1 किलोग्राम द्रव्यमान के किसी पिंड में 1 मीटर/सेकेण्ड^2 का त्वरण उत्पन्न करता है।
- प्रकृति में मूलतः चार प्रकार के बल पाये जाते हैं।
- इन बलों को गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational force), विद्युत-चुम्बकीय बल (Electromagnetic force), क्षीण नाभिकीय बल (Weak nuclear force) तथा प्रबल नाभिकीय बल (Strong nuclear force) के नाम से जाना जाता है।
- चारों प्रकार के बलों में गुरुत्वाकर्षण बल सबसे कमजोर तथा प्रबल नाभिकीय बल सबसे मजबूत होता है।
- न्यूटन के गति के प्रथम नियम से बल की परिभाषा प्राप्त होती है, जबकि दूसरे नियम के द्वारा बल के लिए व्यंजक (Equation) प्राप्त होता है।

कार्य (Work)

- किसी पिण्ड पर बल लगाने से यदि उस पर विस्थापन पैदा होता है तो कार्य किया हुआ समझा जाता है। कार्य = बल × बल की दिशा में विस्थापन।
- कार्य एक अदिश राशि है जो धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य हो सकता है।
- एस. आई. (SI) में इसका मात्रक जूल (J) होता है, जबकि सी.जी.एस. (CGS) पद्धति में इसका मात्रक अर्ग होता है। एक जूल का मान 10^7 अर्ग के बराबर होता है।
- यदि किसी पिण्ड पर बल (F) लगाने से उस पर विस्थापन (d) (बल की दिशा में) पैदा होता है, तो कार्य (W)=बल (F) × विस्थापन (d)
- यदि 1N का बल किसी पिण्ड को बल की दिशा में 1m विस्थापित करता है तो 1 जूल कार्य होता है।

  1J = 1N×1m
- यदि किसी पिण्ड पर लगाये गये बल (F) एवं विस्थापन (d) के बीच का कोण θ हो, तो कार्य (W) = Fd.cosθ होगा।
- इस स्थिति में कार्य का परिमाण θ पर निर्भर करेगा।

  (i) यदि $\theta = 0^o$ तो $Cos0^0 = 1$ इस स्थिति में कार्य का मान महत्तम होगा।

  (ii) यदि $\theta = 90^0$ तो $Cos90^0 = 0$ अतः W = Fd × 0= 0
- किसी कुली के बोझ को उठाकर खड़ा रहने, समतल में गति करने, ग्रहों एवं उपग्रहों के चक्कर लगाने इत्यादि में कार्य का मान शून्य (0) होता है।

ऊर्जा (Energy)

- किसी पिण्ड के कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं। कार्य की तरह यह भी एक अदिश राशि है तथा इसका मात्रक भी जूल (J) होता है।
- विद्युत ऊर्जा (Electric energy), रासायनिक ऊर्जा (Chemical energy), गुरुत्व ऊर्जा (Gravitational energy), यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical energy) आदि ऊर्जा के कई रूप हैं।

- यांत्रिक ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा (Potential energy) तथा गतिज ऊर्जा (Kinetic energy) में विभाजित किया जाता है।
- किसी पिण्ड के स्थिति या आकार परिवर्तन के कारण उसमें संचित ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा (P.E.) कहते हैं। यदि किसी पिण्ड का द्रव्यमान (m), पृथ्वी का गुरुत्वीय त्वरण (g) तथा पिण्ड की सतह से ऊंचाई (h) हो तो, स्थितिज ऊर्जा (P.E.) = mgh.
- चाभी वाली घड़ियों की स्प्रिंग में संचित ऊर्जा, तनी हुई धनुष की डोरी में निहित ऊर्जा, किसी दबे हुए गेंद में निहित ऊर्जा, किसी ऊंचाई पर अवस्थित पिण्ड में निहित ऊर्जा इत्यादि स्थितिज ऊर्जा होते हैं।
- किसी पिण्ड में गति के कारण उसमें निहित ऊर्जा को गतिज ऊर्जा (K.E.) कहते हैं। यदि किसी पिण्ड का द्रव्यमान m तथा उसका वेग v हो तो गतिज ऊर्जा (K.E.) = $^1/_2 mv^2$
- गतिशील वाहन, फेंका गया भाला या तीर, चलाई गई गोली, इत्यादि में गतिज ऊर्जा होता है।
- यदि कोई पिण्ड ऊपर से नीचे गिराया जा रहा हो तो, उसकी स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित होती है। आधी ऊंचाई पर पहुंचने पर उसमें आधी स्थितिज एवं आधी गतिज ऊर्जा होती है। जब पिण्ड पृथ्वी को लगभग छूने की स्थिति में हो तो उसमें गतिज ऊर्जा महत्तम तथा स्थितिज ऊर्जा शून्य (0) होता है।
- **ऊर्जा संरक्षण का नियम** (Law of Conservation of Energy) : ऊर्जा का न तो निर्माण होता है और न ही विनाश। ऊर्जा का केवल एक रूप से दूसरे रूप में रूपान्तरण होता है। इसे ऊर्जा संरक्षण का नियम कहते हैं।

ऊर्जा के रूपान्तरण (Transformation of Energy) के उदाहरण

उपकरण	रूपान्तरण
विद्युत सेल	रासायनिक ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा
विद्युत मोटर	विद्युत ऊर्जा से यांत्रिक ऊर्जा
जेनरेटर	यांत्रिक ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा
बल्ब/हीटर	विद्युत ऊर्जा से प्रकाश व ऊष्मा ऊर्जा
विद्युत घंटी/ लाउडस्पीकर	विद्युत ऊर्जा से ध्वनि ऊर्जा
माइक्रोफोन	ध्वनि ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा
सौर सेल	प्रकाश ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा
ताप विद्युत घर	परमाणु ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा सितार
यांत्रिक ऊर्जा से ध्वनि ऊर्जा	

शक्ति (Power)

- कार्य करने की दर को शक्ति कहते हैं। इसका मात्रक जूल प्रति सेकण्ड (J/s) या वाट (W) होता है। जिसे वैज्ञानिक जेम्सवाट के सम्मान में रखा गया है। इसे अश्व शक्ति में भी मापा जाता है। एक अश्व शक्ति 746 वॉट (W) के बराबर होता है।
- यदि किसी पिण्ड के द्वारा t समय में w कार्य किया जाता है तो उसकी शक्ति (P) = कार्य (W)/समय (t) के बराबर होता है।

1WS (वाट सेकेण्ड) = 1 वाट × 1 सेकेण्ड = 1 जूल

1Wh (वाट आवर) = 1 वाट × 3600 सेकेण्ड
= 3600 जूल

1KWh (किलोवाट आवर) = 3.6×10^6 जूल

दाब (Pressure)

- प्रति एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाले बल को दाब कहते हैं। इसका मात्रक न्यूटन/मीटर² या पास्कल (Pa) होता है। यह एक अदिश राशि है।
- यदि किसी पिण्ड के क्षेत्रफल (A) पर बल (F) आरोपित की जाय तो उस पर लगने वाला दाब (P) = बल (F)/ क्षेत्रफल (A) ।
- क्षेत्रफल के कम होने से दाब का मान बढ़ जाता है।
- बैगों एवं सूटकेसों के हत्थों (Handles) को बड़ा बनाया जाना, धान रोपने के समय ट्रैक्टरों के चक्कों में अतिरिक्त चक्कों का जोड़ा जाना, बांधों के आधारों का चौड़ा बनाया जाना, इत्यादि दाब को कम करने के लिए किया जाता है।
- पास्कल के अनुसार, किसी द्रव के क्षैतिज तल में स्थित सभी बिन्दुओं पर सभी दिशाओं में बराबर दाब लगता है। हाइड्रोलिक लिफ्ट (Hydraulic lift) एवं हाइड्रोलिक ब्रेक (Hydraulic break) पास्कल के नियम पर कार्य करते हैं।
- सामान्यतः वायुमण्डलीय दाब वह दाब है जो पारे के 76सेमी. वाले एक कालम द्वारा 0^0C पर 45^0 के अक्षांश पर समुद्र तल पर लगाया जाता है। वायुमण्डलीय दाब को बैरोमीटर से मापते हैं।
- बैरोमीटर मौसम के पूर्वानुमान में सहायक होता है।

बैरोमीटर का पारा	मौसम पर प्रभाव
एकाएक गिरता है	आंधी
धीरे-धीरे गिरता है	वर्षा
धीरे-धीरे बढ़ता है	साफ मौसम

- एक वायुमंडलीय दाब (Atmospheric pressure) का मान समुद्र तल पर 1.01×10^5 Nm^{-2} होता है। वायुमंडलीय दाब को मापने के लिए टॉर तथा बार नामक मात्रकों का प्रयोग भी किया जाता है। एक बार का मान 10^5 पास्कल के बराबर होता है।
- **गलनांक पर दाब का प्रभाव** : ताप बढ़ने पर जिन पदार्थों का आयतन बढ़ता है, उनका गलनांक दाब के साथ घटता है। जैसे- मोम, घी, आदि।
- ताप बढ़ने पर जिन पदार्थों का आयतन घटता है उनका गलनांक दाब बढ़ने पर कम हो जाता है। जैस- बर्फ, लोहा आदि।
- **क्वथनांक पर दाब का प्रभाव** : सभी द्रवों का क्वथनांक दाब बढ़ने पर बढ़ता है। इसी कारण प्रेशर कुकर में खाना जल्दी पकता है।

एकसमान वृत्तीय गति (Uniform circular motion) :

- किसी वृत्तीय पथ पर एक समान गति करते हुए पिण्ड की चाल नियत रहती है, जबकि उसका वेग प्रत्येक बिन्दु पर परिवर्तित होता है।
- वृत्तीय पथ पर गति करते हुए पिण्ड के वेग की दिशा किसी बिन्दु पर खींचे गये स्पर्श रेखा (Tangent line) की दिशा में होता है।

- वृत्त पर गति करते हुए पिण्ड पर दो बल कार्य करते हैं। एक बल वृत्त के केन्द्र की ओर लगता है, जिसे अभिकेन्द्र बल (Centripetal force) कहते हैं, जबकि दूसरा बल वृत्त के केन्द्र के बाहर लगता है जिसे अपकेन्द्र बल (Centrifugal force) कहते हैं।
- **अभिकेन्द्री बल** (Centripetal force) : पिण्ड की वृत्तीय गति को बनाए रखने के लिए वृत्त के केन्द्र की ओर एक बल आवश्यक होता है जिसे अभिकेन्द्री बल कहते हैं।
- यदि पिण्ड संतुलन की स्थिति में होता है तो अभिकेन्द्र बल का मान अपकेन्द्र बल के मान के बराबर होता है।
- ग्रहों का तारों के चारों ओर चक्कर लगाना, उपग्रहों का ग्रहों की परिक्रमा करना, इलेक्ट्रॉनों का नाभिक के चारों ओर घूमना, किसी साइकिल या वाहन का मुड़ना, मौत के कुएं में मोटरसाइकिल सवार का चलना, सभी अभिकेन्द्र बल के कारण ही सम्भव होते हैं।
- ग्रहों और उपग्रहों में अभिकेन्द्रीय बल गुरुवाकर्षण बल के कारण प्राप्त होता है।
- जब कोई साइकिल सवार मोड़ पर मुड़ता है तो उसे मुड़ने के लिए अभिकेन्द्र बल साइकिल के पहिये के टायर तथा पृथ्वी की सतह के बीच लगने वाले घर्षण बल (Frictional force) से प्राप्त होता है। मुड़ने के लिए अभिकेन्द्र बल के अपर्याप्त होने पर वह मोड़ के अन्दर की ओर झुक जाता है।

अपकेन्द्र बल (Centrifugal Force)

- यह एक छद्म बल (Pseudoforce) होता है। अजड़त्वीय फ्रेम (Non-inertial frame) में न्यूटन के नियमों को लागू करने के लिए इस बल की कल्पना की गई है तथा यह बल पर्यवेक्षक (Observer) की स्थिति पर निर्भर करता है। इस बल की दिशा अभिकेन्द्रीय बल के विपरीत होती है।
- मथानी, दूध से मक्खन अलग करने वाली मशीन तथा वाशिंग मशीन (Washing machine) का अपकेन्द्र शोषक (Centrifugal drier) अपकेन्द्र बल के सिद्धांत पर कार्य करते हैं।

गुरुत्वाकर्षण (Gravitation)

- ब्रह्माण्ड में स्थित दो पिण्डों के बीच लगने वाले आकर्षण बल को गुरुत्वाकर्षण बल कहते हैं। यह एक कमजोर मौलिक बल है।
- गुरुत्वाकर्षण बल के सिद्धांत का प्रतिपादन ब्रिटिश वैज्ञानिक न्यूटन ने अपने प्रसिद्ध ग्रन्थ 'प्रिंसिपिया मैथमेटिसिया' में 1686 ई. में किया, हालांकि भारत के प्राचीन विद्वान 'ब्रह्मगुप्त' को न्यूटन से बहुत पहले इस बल की जानकारी थी।
- **न्यूटन का गुरुवाकर्षण नियम** (Newton's Law of Gravitation) : न्यूटन के अनुसार, "गुरुत्वाकर्षण का बल पिण्डों के द्रव्यमान के गुणनफल का समानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग का व्युत्क्रमानुपाती (Inversely proportional) होता है।"
- सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक (G) वह आकर्षण बल है जो एकांक (1 मीटर) दूरी पर रखे दो एकांक द्रव्यमान (एक-एक किग्रा.) वाले पिण्डों के बीच कार्य करता है।
- यदि दो पिण्डों में एक पिण्ड पृथ्वी हो तो गुरुत्वाकर्षण बल को गुरुत्व (Gravity) कहा जाता है। अतः गुरुत्व वह बल है जिससे पृथ्वी किसी वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खींचती है। गुरुत्व के कारण उत्पन्न त्वरण को गुरुत्वीय त्वरण (Acceleration due to gravity) कहते हैं। इसे 'g' से व्यक्त किया जाता है।

बल व उसके परिणाम

- पृथ्वी की परिक्रमण गति : अभिकेन्द्र बल के कारण (गुरुत्वाकर्षण बल के द्वारा)।
- इलेक्ट्रॉनों की गति : अभिकेन्द्र बल (स्थिर विद्युत बल के द्वारा)।
- साइकिल से कीचड़ का छिटकना : अभिकेन्द्र बल का अभाव।

गुरुत्वीय त्वरण (g) = GMe/Re^2
जहां पर Me—पृथ्वी का द्रव्यमान
तथा Re—पृथ्वी की त्रिज्या है।
समीकरण से स्पष्ट है कि गुरुत्वीय त्वरण का मान पिण्डों के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है। इसी कारण अगर निर्वात में भिन्न-भिन्न द्रव्यमान की वस्तुओं को समान ऊंचाई से एक साथ गिराया जाय तो वे पृथ्वी पर एक ही साथ पहुंचेंगी।

- गुरुत्वीय त्वरण का मान पृथ्वी की त्रिज्या (Re) एवं उसके अक्षीय घूर्णन (Rotation) पर निर्भर करता है। पृथ्वी की सतह पर इसका औसत मान 9.82 m/s^2 होता है।
- पृथ्वी की सतह पर भूमध्यरेखा (Equator) से ध्रुव (Pole) की ओर जाने पर 'g' के मान में क्रमशः वृद्धि होती है तथा यह ध्रुवों (Poles) पर महत्तम (Maximum) होता है। क्योंकि पृथ्वी का भूमध्यरेखीय व्यास ध्रुवीय व्यास से अधिक होता है।
- 'g' का मान पृथ्वी के घूर्णन पर भी निर्भर करता है। यदि पृथ्वी अधिक तेजी से घूर्णन प्रारंभ कर दे तो ध्रुवों को छोड़कर सभी स्थानों पर 'g' के मान में कमी आने से वस्तुओं के भार घट जायेंगे। यदि पृथ्वी अपने वर्तमान वेग से 17 गुणा अधिक तेजी से घूर्णन प्रारंभ कर दे तो भूमध्यरेखा पर सभी वस्तुओं के भार शून्य हो जायेंगे।
- पृथ्वी की सतह से ऊपर जाने या नीचे आने पर 'g' के मान में कमी आती है। पृथ्वी के केन्द्र पर 'g' के मान के शून्य होने के कारण किसी वस्तु का भार शून्य होता है।
- ब्रह्माण्ड में किसी पिण्ड को कहीं भी ले जाने पर उसके द्रव्यमान (Mass) में कोई परिवर्तन नहीं आता, क्योंकि द्रव्यमान किसी वस्तु के द्रव्य के मात्रा की माप होती है।
- ब्रह्माण्ड में वस्तुओं के भार सभी आकाशीय पिण्डों (सूर्य, बृहस्पति, बुद्ध, चन्द्रमा, इत्यादि) पर अलग-अलग होते हैं, क्योंकि किसी आकाशीय पिण्ड पर भार वह बल है जिससे वह पिण्ड उस वस्तु को अपनी ओर खींच रहा है। किसी वस्तु का भार उसके द्रव्यमान तथा आकाशीय पिण्ड के गुरुत्वीय त्वरण के गुणनफल के बराबर

गुरुत्वीय त्वरण (g) का मान

ध्रुवों पर	:	अधिकतम
भूमध्यरेखा पर	:	न्यूनतम
सतह से ऊपर जाने पर	:	घटता है
सतह से नीचे आने पर	:	घटता है
पृथ्वी के केन्द्र पर	:	शून्य
भूमध्य रेखा से अक्षांशों पर ऊपर जाने पर	:	बढ़ता है।

होता है। पृथ्वी पर m द्रव्यमान के किसी वस्तु का भार $(W) = m \times g$ के बराबर होता है।

- सूर्य पर किसी वस्तु का भार पृथ्वी की अपेक्षा 28 गुना, जबकि चन्द्रमा पर 1/6 गुना हो जाता है।
- वह न्यूनतम चाल जिसे प्राप्त करने के बाद कोई पिण्ड पृथ्वी के गुरुत्वीय क्षेत्र के बाहर चला जाता है उसे पलायन चाल (Escape Speed) कहते हैं। पलायन गति के अदिश होने के कारण इसे पलायन वेग के स्थान पर पलायन चाल कहा जाना चाहिए। पृथ्वी पर किसी वस्तु का पलायन चाल 11.2Km/s होता है। चन्द्रमा पर पलायन चाल पृथ्वी की अपेक्षा लगभग 1/4 होने के कारण कोई वायुमण्डल नहीं है।
- भारहीनता (Weightlessness) वह स्थिति है जिसमें पिण्ड को अपने भार का अनुभव नहीं होता है। मुक्त रूप से गिरते हुए पिण्ड का त्वरण गुरुत्वीय त्वरण के बराबर होने के कारण कोई पिण्ड भारहीनता की स्थिति महसूस करता है।
- यदि कोई व्यक्ति लिफ्ट से एक समान त्वरण से ऊपर जा रहा हो तो उसे बढ़े हुए भार का अनुभव होता है, जबकि नीचे आने पर उसका भार घटा हुआ प्रतीत होता है। यदि एक समान त्वरण से नीचे आ रहे लिफ्ट की डोर तोड़ दी जाय तो पिण्ड भारहीन हो जाता है।
- किसी कृत्रिम उपग्रह में बैठा व्यक्ति भारहीनता का अनुभव करता है, जबकि वह पृथ्वी के गुरुत्वीय क्षेत्र में ही रहता है।
- यदि नीचे उतरते समय लिफ्ट का त्वरण गुरुत्वीय त्वरण से अधिक हो जाय तो लिफ्ट में खड़ा व्यक्ति लिफ्ट की छत से जा लगेगा।

आवर्त गति (Periodic Motion)

- किसी निश्चित समयान्तराल (Time interval) में कोई पिण्ड यदि अपनी गति को बार-बार दुहराता है तो ऐसी गति को आवर्त गति कहते हैं। पृथ्वी की गति, चन्द्रमा की गति, सरल लोलक घड़ी की गति इत्यादि आवर्त गति के उदाहरण हैं।
- यदि कोई पिण्ड एक निश्चित बिन्दु के इधर-उधर आवर्त गति करता है तो ऐसी गति को कम्पन या दोलन गति (Oscillatory motion) कहते हैं। सरल लोलक घड़ी की गति कम्पन गति का उदाहरण है।
- यदि किसी कम्पन गति करते पिण्ड का त्वरण (Acceleration) विस्थापन (Displacement) का समानुपाती हो तथा वह सदैव माध्य बिन्दु (Mid point) की ओर निर्दिष्ट हो तो ऐसी गति को सरल आवर्त गति (Simple harmonic motion) कहते हैं। सरल आवर्त गति में पिण्ड का आयाम (Amplitude) निश्चित रहता है।

सरल लोलक के आवर्त काल के मान में परिवर्तन

- गर्मी के दिनों में : बढ़ जाता है
- जाड़े के दिनों में : घट जाता है
- ऊंचाई में जाने पर : बढ़ जाता है (g घटता है)
- गहराई में जाने पर : बढ़ जाता है (g घटता है)
- पृथ्वी के केन्द्र पर : अनन्त हो जाता है $(g = 0)$
- किसी उपग्रह के अन्दर : अनन्त हो जाता है $(g = 0)$

- सरल आवर्त गति करने वाले पिंड पर एक बल कार्य करता है जिसकी दिशा सदैव माध्य स्थिति की ओर होती है। इसे प्रत्यानमन बल (Restoring force) कहते हैं।
- यदि किसी छोटे तथा भारी गोलक (Bob) को किसी भारहीन (Weightless), अतन्य (Inextensible) एवं लचीले (Flexible) धागे से लटकाया जाय तो इस समायोजन को सरल लोलक (Simple pendulum) कहते हैं।
- एक चक्र पूरा करने में लिये गये समय को किसी सरल लोलक का आवर्त काल (Time period) कहते हैं।
- आवृत्ति (Frequency) : दोलन करने वाले पिण्ड द्वारा एक सेकेण्ड में किये गये कंपनों की संख्या उसकी आवृत्ति कहलाती है। इसका एसआई मात्रक हर्ट्ज (Hz) है।

  आवृत्ति $(n) = 1/T$ जहां $T =$ आवर्तकाल
- **आयाम** (Amplitude) : सरल लोलक का अपनी माध्य स्थिति के एक ओर अधिकतम विस्थापन आयाम कहलाता है। लोलक का आवर्तकाल आयाम पर निर्भर नहीं करता।
- सरल लोलक के आवर्त काल के बढ़ने पर वह सुस्त हो जाता है, जबकि घटने पर तेज हो जाता है।
- वह सरल लोलक जिसका आवर्तकाल 2 सेकेण्ड होता है, सेकेण्ड लोलक (Second pendulum) कहलाता है।
- सरल आवर्त गति करते पिण्ड के आवर्तकाल पर द्रव्यमान (m) का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। इसी कारण अगर झूले पर एक और व्यक्ति बैठक जाय तो आवर्त काल पर प्रभाव नहीं पड़ेगा।
- झूला झूलता व्यक्ति अगर झूले पर खड़ा हो जाय तो गुरुत्व केन्द्र के ऊपर उठ जाने से प्रभावी लंबाई कम हो जाती है। और झूले का आवर्त काल घट जाता है। अर्थात् झूला जल्दी-जल्दी दोलन करता है।

सरल लोलक	माध्य स्थिति पर	अंतिम बिंदुओं पर स्थिति/प्रभाव
बल	शून्य	अधिकतम
त्वरण	शून्य	अधिकतम
वेग	अधिकतम	शून्य
गतिज ऊर्जा	अधिकतम	शून्य
स्थितिज ऊर्जा	शून्य	अधिकतम

द्रव्य (Matter)

- द्रव्य वे पदार्थ होते हैं जो स्थान घेरते हैं, जिनका कुछ द्रव्यमान (mass) होता है तथा जिन्हें ज्ञानेन्द्रियों से अनुभूत (Perceived) किया जा सकता है।
- अभी तक द्रव्य की छह अवस्थाओं (States) की खोज की जा चुकी है। इन अवस्थाओं को ठोस (Solid), द्रव (Liquid), गैस (Gas), प्लाविका (Plasma), बोस-आइंस्टीन संघनन (Bose - Eienstein Condensate) तथा फर्मीऑन (Fermione) के नाम से जाना जाता है।
- ठोस, द्रव एवं गैस सामान्य तापमान पर प्राप्त होने वाली अवस्थाएं हैं। जहां ठोस में अंतरआण्विक (Intermolecular) बल के प्रबलतम होने के कारण पदार्थों का आयतन एवं आकार निश्चित रहता है, वहीं द्रव में यह इस बल के कमजोर होने के कारण पदार्थों का आयतन निश्चित किन्तु आकार अनिश्चित

होता है, जबकि गैस में अन्तरआण्विक बल अत्यन्त क्षीण होता है। अतः इस अवस्था में पदार्थों के आयतन एवं आकार दोनों अनिश्चित होते हैं। ताप, दाब या दोनों में परिवर्तन कर किसी पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन किया जा सकता है।

- **प्लाविका** (Plasma) द्रव्य की चौथी अवस्था मानी जाती है। इस अवस्था में गैसें आयन के रूप में विद्यमान रहती हैं। इस अवस्था के लिए अत्यन्त उच्च ताप की आवश्यकता होती है। तारों में यही अवस्था पायी जाती है। ब्रह्माण्ड में सबसे अधिक यही अवस्था प्राप्त है। प्लाविका अवस्था की खोज अमेरिकी वैज्ञानिक इरविन लैंगग्यूर ने 1921 ई. में किया।
- बोस-आइंस्टीन संघनन को द्रव्य की पांचवीं अवस्था माना जाता है। इस अवस्था में अत्यन्त निम्न ताप पर परमाणु आपस में संलयित हो परा-परमाणु (Super atom) का निर्माण करते हैं।
- इस अवस्था की संकल्पना भारत के वैज्ञानिक सत्येन्द्र नाथ बोस एवं जर्मन वैज्ञानिक आइंस्टीन ने सम्मिलित रूप से प्रस्तुत की।
- **फर्मीऑन** : अभी हाल में अमेरिका के कोलैरैडो विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों ने छठी अवस्था फर्मीऑन के खोज का दावा किया है।
- द्रव एवं गैस को सम्मिलित रूप से तरल (Liquid) कहते हैं। तरल द्रव्य की वह अवस्था है जिसमें पदार्थ पर थोड़ा भी बाह्य बल लगाने पर वह बहने लगता है।
- भौतिक शास्त्र की वह शाखा जिसके अन्तर्गत स्थिर द्रव का अध्ययन किया जाता है, उसे द्रवस्थैतिकी (Hydrostatics) कहते हैं, तथा वह शाखा जिसके अन्तर्गत गतिशील द्रव का अध्ययन किया जाता है उसे द्रवयांत्रिकी (Hydro-dynamics) कहते हैं। पृष्ठ तनाव (Surface tension) का अध्ययन द्रव स्थैतिकी के अन्तर्गत तथा श्यानता (Viscosity) का अध्ययन द्रव यांत्रिकी के अन्तर्गत किया जाता है।

पृष्ठ तनाव (Surface tension) :

- यह तरल का वह गुण है जिसके कारण तरल अपने पृष्ठ क्षेत्रफल (Surface area) को कम से कम करना चाहता है।
- द्रव में पृष्ठ तनाव द्रव के अणुओं के बीच ससंजक बल के कारण होता है।
- पृष्ठ तनाव का मान द्रव के प्रति एकांक काल्पनिक लम्बाई पर लगने वाले बल के बराबर होता है। यदि काल्पनिक लम्बाई वाले द्रव के तल पर लगने वाला बल F हो तो, पृष्ठ तनाव (T) = बल (f)/लम्बाई (l)
- पृष्ठ तनाव का मात्रक न्यूटन/मीटर होता है।
- पृष्ठ तनाव के कारण होने वाली कुछ घटनाएँ—

  (i) जल की छोटी बूंदों का गोल होना।

  (ii) छोटी सूई का स्थिर द्रव की तल पर तैरना।

  (iii) दाढ़ी बनाने वाले ब्रश को पानी में भिगोने पर ब्रश के तंतुओं का आपस में सट जाना।

  (iv) शीशे (Glass) की नली के अग्र भाग को गर्म करने पर उसका गोल हो जाना।

  (v) साबुन के घोल में पृष्ठ तनाव कम हो जाने के कारण बुलबुला बड़ा बनता है।

  (vi) कम पृष्ठ तनाव के कारण गरम सूप स्वादिष्ट लगता है।
- पृष्ठ तनाव के मान द्रव के तापमान (Temperature) एवं उसमें मिली अशुद्धियों पर भी निर्भर करता है। तापमान के बढ़ने पर पृष्ठ तनाव का मान घटता है। घुलनशील अशुद्धि के मिलाने पर पृष्ठ तनाव का मान बढ़ जाता है, जबकि अघुलनशील या आंशिक घुलनशील अशुद्धि के मिलाने पर पृष्ठ तनाव का मान कम हो जाता है।

पृष्ठ तनाव में परिवर्तन

अन्तर आण्विक बल के बढ़ने पर	:	बढ़ता है।
तापमान बढ़ने पर	:	घटता है।
घुलनशील अशुद्धि मिलाने पर	:	बढ़ता है।
अघुलनशील या आंशिक घुलनशील अशुद्धि मिलाने पर	:	घटता है।

ससंजक बल (Cohesive force) तथा आसंजक बल (Adhesive force) :

- एक ही प्रकार के पदार्थ के अणुओं के बीच लगने वाले बल को ससंजक बल कहते हैं, जबकि भिन्न-भिन्न प्रकार के पदार्थ के अणुओं के बीच लगने वाले बल को आसंजक बल कहते हैं।
- गैसों में ससंजक बल का मान कम होने के कारण उनमें विसरण (Diffussion) पाया जाता है।
- आसंजक बल के कारण ही जल किसी वस्तु को भिगोता है। जब द्रव-ठोस के बीच आसंजक बल, द्रव के ससंजक बल से अधिक होता है, तो वह द्रव उस ठोस को गीला कर देता है।

केशिकत्व (Capillarity) :

- यह केशनली (Capillary tube) की वह विशेषता है जिसके कारण द्रव का स्तर (Column) या तो ऊपर चढ़ता है या नीचे गिरता है। केश नली एक कम त्रिज्या वाली खोखली नली होती है। केश नली में द्रव की ऊंचाई केश नली की त्रिज्या पर निर्भर करता है। यदि द्रव में केशनली की दीवार में चिपकने की प्रवृत्ति होती है तो वह नली में ऊपर चढ़ेगा (काँच तथा जल) तथा यदि चिपकने की प्रवृत्ति नहीं होती तो उसका स्तर नीचे गिरता है (काँच एवं पारा)।
- केशिकत्व के कारण होने वाली कुछ महत्त्वपूर्ण घटनाएँ—

  (i) पौधों में जाइलम ऊतक (Xylem tissue) के द्वारा जड़ से विभिन्न भागों में जल का पहुंचना।

  (ii) फाउन्टेन पेन (स्याही वाली कलम) का कार्य करना।

  (iii) स्याही सोख्ता (Blotting Paper) का कार्य करना।

  (iv) लैम्प तथा लालटेन की वर्तिका (Wick) से मिट्टी के तेल का ऊपर चढ़ना।
- मानसून से ठीक पहले किसानों द्वारा खेतों की जुताई केश-नलियों को तोड़ने के लिए किया जाता है।

श्यानता (Viscosity) :

- द्रव का वह गुण, जिसके कारण द्रव अपनी भिन्न-भिन्न परतों में होने वाली आपेक्षिक गति (Relative Velocity) का विरोध करता है 'श्यानता' कहलाता है। द्रव की सतहों के बीच द्रव की गति के विपरीत दिशा में लगने वाले बल को श्यान बल (Viscus force) कहते हैं।
- द्रव के एकांक क्षेत्रफल वाले दो पर्तों के बीच कार्य करने वाला बल द्रव के श्यानता गुणांक के बराबर होता है।
- श्यानता केवल द्रव एवं गैस में पाया जाता है।
- गैसों की श्यानता ताप बढ़ने पर बढ़ जाता है।
- द्रवों की श्यानता का मान तापमान बढ़ने पर घट जाता है।
- द्रवों की श्यानता गैसों से अधिक होती है।
- गाढ़े द्रव की श्यानता पतले द्रव की अपेक्षा अधिक होती है।

तरंग गति (Wave motion)

- तरंग एक विक्षोभ (Disturbance) है जिसमें माध्यम के कण अपने माध्य स्थिति (Mean position) से स्थायी रूप से विस्थापित हुए बिना ऊर्जा का संचरण करते हैं।
- यदि तरंग संचरण के लिए माध्यम आवश्यक हो तो ऐसी तरंग को यांत्रिक (Mechanical) या प्रत्यास्थ (Elastic) तरंग कहते हैं, जबकि माध्यम की अनुपस्थिति में भी संचरित होने वाली तरंगों को अयांत्रिक (Non-mechanical) या अप्रत्यास्थ (Non-elastic) कहते हैं। ध्वनि यांत्रिक तरंग का उदाहरण है, जबकि प्रकाश अयांत्रिक तरंग का।
- माध्यम की कणों के कम्पन की दिशा के आधार पर यांत्रिक तरंगें दो प्रकार की होती हैं—अनुप्रस्थ (Transverse) एवं अनुदैर्ध्य (Longitudinal)।

अनुप्रस्थ तरंग (Transverse wave) :

- माध्यम के कणों का कम्पन तरंग संचरण की दिशा के लम्बवत् होता है। ये शीर्ष और गर्त के रूप में संचरित होती हैं।
- इस प्रकार की तरंगें ठोस एवं द्रव के ऊपरी सतह पर पैदा होती हैं।
- **विद्युत-चुम्बकीय तरंगों** (Electromagnetic waves) में गामा किरणें, एक्स किरणें, पराबैंगनी किरणें, दृश्य प्रकाश, अवरक्त किरणें तथा रेडियो तरंगें शामिल हैं। किसी बंधी हुई रस्सी के एक छोर को पकड़कर हिलाने पर उत्पन्न तरंगें, सितार के तार को छेड़ने पर उत्पन्न तरंगें, इत्यादि अनुप्रस्थ तरंगों के उदाहरण हैं।

अनुदैर्ध्य तरंगें (Longitudinal Waves) :

- माध्यम के कणों का कम्पन तरंग संचरण की दिशा के समानान्तर होता है। ये संपीड़न व विरलन के रूप में संचरित होती हैं।
- इस प्रकार की तरंगें ठोस, द्रव तथा गैस तीनों ही माध्यम में पैदा हो सकती हैं।
- गैस में उत्पन्न तरंगें केवल अनुदैर्ध्य तरंगें होती हैं।
- ध्वनि की तरंगें अनुदैर्ध्य तरंगें होती हैं।
- समुद्र में उत्पन्न होने वाली तरंग अनुप्रस्थ एवं अनुदैर्ध्य दोनों होती हैं।

तरंग की विशेषताएं :

- **परावर्तन** (Reflection)—तरंगों का किसी सतह से टकराकर पुनः उसी माध्यम में वापस होना। यह ध्वनि एवं प्रकाश दोनों तरंगों की विशेषता होती हैं।
- **अपवर्तन** (Refraction)—यह तरंग की वह विशेषता है, जिसके कारण तरंगें एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाने पर अपने मूल पथ से विचलित हो जाती हैं। सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाने पर वे अभिलम्ब से दूर हट जाती हैं, जबकि विरल से सघन माध्यम में जाने पर अभिलम्ब (Normal) की ओर मुड़ जाती हैं। यह भी दोनों प्रकार की तरंगों में पाया जाता है।
- **विवर्तन** (Diffraction)—यह तरंग की वह विशेषता है जिसमें वे किसी बाधा के किनारों पर मुड़ जाती हैं। यह भी अनुप्रस्थ एवं अनुदैर्ध्य दोनों प्रकार की तरंगों में पाया जाता है।
- **व्यतिकरण** (Interference)—यदि दो समान आवृत्ति (Frequency) वाली तरंगें एक ही दिशा में समान वेग से गतिशील हों तो किसी बिन्दु पर इनकी तीव्रता महत्तम तथा किसी बिन्दु पर न्यूनतम होती है। तरंग की इस विशेषता को व्यतिकरण (Interference) कहते हैं। जिस बिन्दु पर महत्तम तीव्रता पैदा होती है उसे संपोषी व्यतिकरण (Constructive interference) तथा जिस बिन्दु पर न्यूनतम तीव्रता होती है उसे विनाशी व्यतिकरण (Distructive interference) कहते हैं। यह भी दोनों प्रकार की तरंगों की विशेषता है।
- **ध्रुवण** (Polarization)—यह तरंग की वह विशेषता है, जिसमें तरंग के कम्पन तरंग की गति के लम्बवत् तल में केवल एक ही दिशा में होता है। ध्रुवण केवल अनुप्रस्थ तरंग की विशेषता है। प्रकाश को अनुप्रस्थ तरंग सिद्ध करने के लिए उसका ध्रुवित होना ठोस प्रमाण है।

प्लवन (Flotation)

उत्प्लावक बल (Buoyant force)

- जब कोई ठोस वस्तु द्रव में डुबाई जाती है तो द्रव द्वारा वस्तु पर ऊपर की ओर एक बल लगाया जाता है जिसे उत्प्लावन बल कहते हैं। इससे वस्तु के भार में आभासी कमी होती है।
- इस बल का मान वस्तु द्वारा हटाये गये द्रव के भार के बराबर होता है।
- यह बल हटाये गये द्रव के गुरूत्व केन्द्र (Centre of Gravity) पर कार्य करता है, जिसे उत्प्लावन केन्द्र (Centre of buoyancy) कहा जाता है।
- **आर्कमिडीज का सिद्धांत** (Principle of Archimedes) —किसी वस्तु को द्रव में आंशिक या पूर्णतः डुबोने पर उसके भार में आयी आभासी कमी उसके द्वारा हटाये गये द्रव के भार के बराबर होती है।
- **उत्प्लावन केन्द्र** (Centre of buoyancy) से जाने वाली ऊर्ध्व रेखा (Vertical line) जिस बिन्दु पर वस्तु के गुरुत्व केन्द्र से जाने वाली प्रारम्भिक उर्ध्व-रेखा को काटती है उसे मित केन्द्र (Meta Centre) कहते हैं।
- तैरने वाली वस्तु के स्थायी संतुलन के लिए मित-केन्द्र का गुरुत्व केन्द्र के ऊपर रहना चाहिए।
- **घनत्व** (Density) : इकाई आयतन के द्रव्यमान को घनत्व कहते हैं। इसका S.I. मात्रक किलोग्राम/मीटर^3 होता है।
- बर्फ का घनत्व जल की अपेक्षा कम होता है, इसलिए वह पानी पर तैरता है।
- समुद्री जल का घनत्व साधारण जल की अपेक्षा अधिक होने के कारण वहां तैरना आसान होता है।
- जब बर्फ पानी पर तैरता है तो उस समय उसके आयतन का 1/10 भाग पानी के ऊपर तथा 9/10 भाग पानी के अन्दर रहता है। शुद्ध जल का घनत्व 1 किग्रा./मी.^{3} तथा बर्फ का घनत्व 0.9 किग्रा./मी^{3} होता है।
- **आपेक्षिक घनत्व** (Relative Density) : यह वस्तु का घनत्व तथा 4^0C पर जल के घनत्व का अनुपात होता है। आपेक्षिक घनत्व = वस्तु का घनत्व/ 4^0C पर जल का घनत्व।
- आपेक्षिक घनत्व का कोई मात्रक नहीं होता है।
- तरल के आपेक्षिक घनत्व का मापन हाइड्रोमीटर (Hydrometre) के द्वारा किया जाता है।

ध्वनि (Sound)

- ध्वनि एक अनुदैर्ध्य (Longitudinal) तरंग है, जो हमारे कानों में संवेदना (Sensation) उत्पन्न करता है।
- न्यूटन के अनुसार, ध्वनि का वेग माध्यम की प्रत्यास्थता (Elasticity) एवं उसके घनत्व पर निर्भर करता है। यदि ध्वनि का वेग (V), घनत्व (d) तथा माध्यम की प्रत्यास्थता (E) हो तो, V = E/d ।
- वायु में 1^0C ताप बढ़ने पर ध्वनि की चाल 0.61 मी./से. बढ़ता है।
- ध्वनि का वेग सबसे अधिक ठोस में, फिर द्रव में तथा सबसे कम गैस में होता

है। कुछ माध्यमों में ध्वनि का वेग निम्नलिखित है—

माध्यम	ध्वनि का वेग
• शुष्क वायु (Dry air)	331m/s
• शुष्क वायु (Dry air) (20⁰C)	343m/s
• हाइड्रोजन (Hydrogen)	1269m/s
• आसुत जल (Distilled Water)	1498m/s
• लकड़ी (Wood)	3700 m/s
• लोहा (Iron)	5130 m/s
• पाइरेक्स काँच (Phyrex glass)	5170 m/s
• एल्युमिनियम (Aluminium)	6420 m/s

ध्वनि तरंग की विशेषताएं :

- **परावर्तन** (Reflection) : यह ध्वनि की वह विशेषता है, जिसके कारण वह किसी परावर्तक सतह से टकराने के बाद उसी माध्यम में वापस हो जाती है।
- **प्रतिध्वनि** (Echo) : प्रतिध्वनि एक परावर्तित ध्वनि है, जिसे स्पष्ट सुना जा सकता है। प्रतिध्वनि सुनने के लिए 20^0C तापमान पर स्रोता (Listener) एवं परावर्तक सतह के बीच की न्यूनतम दूरी लगभग 17.2 मीटर होनी चाहिए। यदि दो ध्वनियों में समय का अन्तराल 1/10 सेकेण्ड से कम हो तो हमारा कान इस ध्वनि को नहीं सुन पाता है।
- **अपवर्तन** (Refraction) : ध्वनि तरंग की वह विशेषता जिसके कारण वे माध्यम परिवर्तन होने से अपने मूल पथ से विचलित हो जाते हैं। अपवर्तन के कारण ही ध्वनि दिन की अपेक्षा रात में अधिक दूर तक सुनाई पड़ती है।

परावर्तन (Reflection) के अनुप्रयोग (Application)

- मेगाफोन (Megaphone) : भीड़ को संबोधित करने वाला एक ध्वनि विस्तारक यंत्र।
- हृद्वीक्षण यंत्र या आला (Stethoscope) : डॉक्टरों के द्वारा प्रयोग किया जाने वाला हृदय तथा शारीरिक संवेदना ज्ञात करने वाला यंत्र।
- ध्वनि पट्ट (Sound Board) : स्टेज के पीछे ध्वनि के परावर्तन के लिए लगी पट्टी।
- श्रवण सहाय (Hearing Aid) : बधिरों के द्वारा प्रयुक्त एक उपकरण।
- मरमर श्राव गैलरी (Whishpering Gallery) : भारत के गोल गुम्बज तथा सेंट पॉल चर्च लन्दन में स्थित एक ऐसा स्थान जहां ध्वनि के परावर्तन के अभाव में ध्वनि बहुत धीमी सुनाई पड़ती है।

विभिन्न कारकों का ध्वनि के वेग पर प्रभाव

- दाब (Pressure) : कोई प्रभाव नहीं पड़ता।
- तापमान (Temperature) : माध्यम का ताप बढ़ने पर बढ़ता है और घटने पर घटता है।
- आर्द्रता (Humidity) : बढ़ने पर बढ़ता है तथा घटने पर घटता है।
- आवृत्ति (Frequency) : कोई प्रभाव नहीं पड़ता।
- माध्यम (Medium) : ठोस में सर्वाधिक तथा गैस में न्यूनाधिक होता है।

- **अनुनाद** (Resonance) : जब किसी वस्तु के कम्पनों की स्वाभाविक आवृत्ति किसी चालक बल के कम्पनों की आवृत्ति के बराबर होती है, तो वह वस्तु महत्तम आयाम से कम्पन करने लगती है। इस घटना को अनुनाद कहते हैं। सन् 1939 में संयुक्त राज्य अमेरिका का टैकोमा पुल यांत्रिक अनुनाद के कारण ही क्षतिग्रस्त हो गया था।
- **विवर्तन** (Diffraction) : ध्वनि तरंगों का अपने मार्ग में किसी बाधा के किनारों पर मुड़ने की घटना को विवर्तन कहते हैं। विवर्तन के कारण ही बाहर से आनेवाली ध्वनि मुड़कर हम तक पहुंच पाती है।
- **तारत्व** (Pitch) : यह ध्वनि तरंग की वह विशेषता है, जिसके कारण मोटी तथा सुरीली ध्वनि में अन्तर किया जा सकता है। उच्च तारत्व वाली ध्वनि की आवृत्ति अधिक होती है तथा वह सुरीली सुनाई पड़ती हैं, जबकि निम्न तारत्व वाली ध्वनि की आवृत्ति कम होती है तथा वह मोटी (grave) सुनाई पड़ती है। स्त्रियों का तारत्व पुरुषों की अपेक्षा तथा मच्छर का तारत्व शेर की अपेक्षा उच्च होता है। ध्वनि के तारत्व का ध्वनि की तीव्रता से कोई संबंध नहीं है।
- **गुणता** (Quality) : यह ध्वनि तरंगों की वह विशेषता है जिसके आधार पर समान प्रबलता एवं समान आवृत्ति की ध्वनियों के बीच अन्तर किया जा सकता

कुछ ध्वनि स्रोत तथा उनकी प्रबलताएं

स्रोत	प्रबलता
• प्रक्षेपास्त्र (Missile)	180 dB
• स्टीरियो फोन फुल साउंड (Stereophone)	140 dB
• साइरन	130 dB
• जेट विमान (असहनीय)	120 dB
• मोटर साइकिल (100 cc)	110 dB
• कारखानों का शोर	100 dB
• भारी वाहन	90 dB
• सामान्य बातचीत	40 dB
• फुसफुसाहट	20 dB

पराश्रव्य तरंगों के उपयोग

- गाल्टन सीटी में कुत्तों को प्रशिक्षित करने में प्रयुक्त सीटी।
- धातुओं को जोड़ने में।
- कीमती कपड़ों, वायुयानों, घड़ी के पुर्जों एवं चिमनियों की सफाई में।
- गठिया रोग के उपचार एवं मस्तिष्क में ट्यूमर का पता लगाने में।
- कुछ पौधों की वृद्धि तीव्र करने में।
- सोनार (SONAR) में यह 'Sound Navigation and Ranging' का संक्षिप्ताक्षर होता है तथा इसका उपयोग समुद्र की गहराई जानने में किया जाता है।
- कीड़ों-मकोड़ों को मारने तथा मछलियों को बुलाने में।
- अल्ट्रासोनोग्राफी में मानव के शरीर के अन्दर के विकारों एवं भ्रूण के लिंग की जानकारी में इसका उपयोग किया जाता है।

है। दो ध्वनियों में अंतर उनके मूल स्वरक (Tone) व संनादी (Hormonics) में भिन्नता के कारण होता है।

- **प्रबलता** (Loudness) : यह वह संवेदना है जिसके आधार पर प्रबल (Loud) तथा क्षीण (Faint) ध्वनि के बीच में अन्तर किया जा सकता है। ध्वनि की प्रबलता माध्यम के किसी बिंदु पर तल के लम्बवत् एकांक क्षेत्रफल से प्रति सेकेण्ड गुजरने वाली ऊर्जा के बराबर होती है।
- इसका एसआई मात्रक माइक्रोवाट/मीटर^2 है जबकि इसका प्रायोगिक मात्रक बेल (Bell) है। एक बेल के 10वें भाग को डेसीबेल (deci bell-dB) कहते हैं।
- ध्वनि की प्रबलता आयाम पर निर्भर करता है। अधिक आयाम वाले ध्वनि की प्रबलता अधिक होती है।

मनुष्य की श्रव्यता सीमा

(Audibility Range of Human Being)

- मनुष्य 20Hz से 20,000Hz के बीच की आवृत्ति वाली ध्वनियों को सुन सकता है। इस आवृत्ति परिसर (Frequency Range) को मनुष्य की श्रव्यता सीमा कहते हैं।

अवश्रव्य तरंग (Infrasonic Waves)

- 20Hz के नीचे की ध्वनि तरंग।
- मनुष्य की धड़कने तथा भूकम्प की तरंगें अवश्रव्य तरंगें होती हैं।
- हाथी, ह्वेल तथा डालफिन इन तरंगों को निकाल सकते हैं।
- कुत्ते, लोमड़ी एवं हिरन इन तरंगों को सुनने की क्षमता रखते हैं।

पराश्रव्य तरंग (Ultrasonic Wave)

- 20,000Hz के ऊपर की तरंगों को पराश्रव्य तरंग कहते हैं।
- चमगादड़ एवं कुत्ते इस तरंग को निकालने एवं सुनने की क्षमता रखते हैं।
- इन तरंगों को गाल्टन की सीटी के द्वारा तथा दाब वैद्युत प्रभाव की विधि द्वारा क्वार्ट्ज के क्रिस्टलों के कम्पनों से उत्पन्न करते हैं।

विद्युत चुम्बकीय तरंगें (Electro-magnetic Waves)

- संचरण के लिए माध्यम आवश्यक नहीं।
- निर्वात में इसका वेग प्रकाश के वेग (3×10^8m/s) के बराबर होता है।
- विद्युत या चुम्बकीय क्षेत्र का इन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
- इन किरणों में कॉस्मिक किरणें, गामा किरणें, एक्स किरणें, दृश्य प्रकाश, पराबैंगनी किरणें, अवरक्त किरणें तथा रेडियो तरंगें शामिल हैं।

कॉस्मिक किरणें (Cosmic Rays)

- विद्युत चुम्बकीय तरंगों में इसकी आवृत्ति एवं ऊर्जा सबसे अधिक तथा तरंग दैर्ध्य (Wavelength) सबसे कम होता है।
- ये किरणें न होकर कण होते हैं जो सुदूर ब्रह्माण्ड में पैदा होता है, हालांकि सूर्य भी अति निम्न ऊर्जा वाले कॉस्मिक किरणों का स्रोत होता है।
- इन किरणों की खोज आस्ट्रिया के वैज्ञानिक विक्टर हेस ने 1912 ई. में किया था।

गामा किरणें (γ-rays)

- इन किरणों की खोज बैकुरल ने किया, इसलिए इन्हें बैकुरल किरणें भी कहते हैं।
- इन किरणों का स्रोत सूर्य विकिरण एवं रेडियो-सक्रिय तत्व होते हैं। इनका वेग प्रकाश के वेग के बराबर होता है।
- कॉस्मिक किरणों के बाद इनकी आवृत्ति सबसे अधिक (10^{20} से 10^{18}Hz) होती है, जबकि तरंग दैर्ध्य कॉस्मिक किरणों के बाद सबसे कम (10^{-13} से 10^{-10} m) होता है।
- ये अत्यन्त वेधी किरणें होती हैं, अतः इनका उपयोग नाभिकीय अभिक्रिया एवं चिकित्सा विज्ञान में किया जाता है।

एक्स किरणें (X-rays)

- इन किरणों की खोज जर्मनी के वैज्ञानिक रॉजेन (Rontgen) ने 1895 ई. में किया।
- किसी भारी नाभिक पर इलेक्ट्रॉनों की बौछार से ये किरणें उत्पन्न होते हैं।
- इसका उपयोग चिकित्सा-शास्त्र में तथा एक्स-रे फोटोग्रॉफी में किया जाता है।

पराबैंगनी किरणें (Ultra-violet rays)

- इन किरणों की खोज रिटर ने 1801 ई. में किया।
- सूर्य तथा कोई भी 2500^{0}C से ऊपर के तापमान वाले पिण्ड इसके स्रोत होते हैं।
- सूर्य से आने वाली पराबैंगनी किरणों का अधिकांश भाग ओजोन स्तर (Ozone layer) के द्वारा अवशोषित किया जाता है।
- कम आवृत्ति की पराबैंगनी किरणें जीवों के शरीर में विटामिन-डी पैदा करती हैं।
- इसका उपयोग जल को कीटाणुनाशी बनाने, घी की शुद्धता जाँचने, जाली करेंसी नोट की जांच करने, इत्यादि में किया जाता है।
- प्रतिदीप्त नली (Fluroscent tube) में पराबैंगनी किरणें फॉस्फर से टकराकर दृश्य प्रकाश उत्पन्न करती हैं।

अवरक्त किरणें (Infra-red rays)

- इन किरणों की खोज विलियम हार्सेल ने 1801 में किया।
- इन किरणों को उष्मीय किरणें (Thermal rays) भी कहते हैं, क्योंकि यही पदार्थों में ऊष्मा उत्पन्न करते हैं।
- इन किरणों की प्राप्ति सौर-विकिरण या किसी भी तप्त पदार्थ से होती है।
- इनका उपयोग रात में देखने वाले दूरबीन, क्रूज प्रक्षेपास्त्रों के सेंसर तथा टेलीविजन (TV) के रिमोट में किया जाता है।

लघु रेडियो तरंगें (Micro-waves)

- इन किरणों की खोज हेनरिक हर्ट्ज ने 1888 ई. में किया।
- ये भी सूर्य के प्रकाश में पायी जाती हैं।
- इनका उपयोग रडार (RADAR), रेडियो एवं टेलीविजन में किया जाता है।

दीर्घ रेडियो तरंगें (Long Radio Waves)

- विद्युत चुम्बकीय तरंगों में इनकी आवृत्ति सबसे कम तथा तरंग दैर्ध्य सबसे अधिक होता है।
- दीर्घ-रेडियो तरंगों की खोज मारकोनी ने किया।
- ये किरणें भी सूर्य के विकिरण से प्राप्त होती हैं।
- इनका उपयोग रेडियो, टेलीविजन तथा सेलफोन के प्रसारण में किया जाता है।

प्रकाश (Light)

- प्रकाश का संबंध विद्युत-चुम्बकीय (Electro-magnetic) दृश्य प्रकाश से है, जो हमारी आँखों में दृष्टि संवेदना उत्पन्न करता है।
- प्रकाश का वेग निर्वात में सर्वाधिक (3×10^8 मी./से.) होता है। सूर्य से पृथ्वी तक प्रकाश को आने में 8 मिनट 19 सेकेण्ड का समय लगता है। चन्द्रमा से परावर्तित प्रकाश को पृथ्वी तक आने में 1.28 से. का समय लगता है।
- प्रकाश कण एवं तरंग दोनों ही की तरह व्यवहार करता है, इसलिए इसकी प्रकृति द्वैध (Dual) मानी जाती है। प्रकाश का तरंग सिद्धांत इसके विद्युत प्रभाव

व क्राम्पटन प्रभाव की व्याख्या नहीं करता है। प्रकाश के फोटान सिद्धांत के अनुसार प्रकाश, ऊर्जा के छोटे-छोटे बंडलों में चलता है जिन्हें फोटान कहते हैं। प्रकाश को कण एवं तरंग की तरह प्रतिष्ठापित करने में अनेक वैज्ञानिकों का योगदान रहा है, जो निम्नलिखित हैं—

	वैज्ञानिक	सिद्धांत
•	न्यूटन	प्रकाश का कणिका सिद्धांत
•	हाइगेन्स	प्रकाश का तरंग सिद्धांत
•	ग्रेमाल्डी	प्रकाश के विवर्तन का सिद्धांत
•	यंग	प्रकाश के व्यतिकरण का सिद्धांत
•	प्लांक	प्रकाश का क्वांटम सिद्धांत
•	आइंस्टीन	प्रकाश-विद्युत (Photoelectric) सिद्धांत की व्याख्या।

परावर्तन (Reflection)

—प्रकाश की किरणों का किसी सतह से टकराकर वापस लौटने के गुण को परावर्तन कहते हैं।

—किसी सतह पर गिरने वाले प्रकाश को आपतित किरण (Incident ray) तथा टकराकर वापस होने वाली किरणों को परावर्तित किरणें (Reflected rays) कहते हैं।

—यदि प्रकाश की किरणें किसी सतह से टकराने के बाद एक ही दिशा में वापस होती हैं, तो ऐसे परावर्तक सतह को नियमित परावर्तक सतह (Regular Reflecting Surface) कहते हैं। दर्पण इसका सबसे अच्छा उदाहरण है।

—प्रकाश का परावर्तन दो नियमों के अनुसार होता है-

(1) आपतित किरण, परावर्तक पृष्ठ पर अभिलम्ब तथा परावर्तित किरण एक ही समतल में होते हैं।

(2) आपतन कोण का मान परावर्तन कोण के बराबर होता है।

दर्पण (Mirror)

- यह एक नियमित परावर्तक सतह होता है।
- दर्पण का निर्माण किसी पारदर्शी शीशे के एक सतह की कलई (Polish) करके किया जाता है।
- कलई करने के लिए सिल्वर नाइट्रेट ($AgNO_3$) या पारे (Mercury-Hg) का प्रयोग किया जाता है।
- दर्पण को समतल (Plane) एवं गोलीय (Spherical) दो वर्गों में विभाजित किया जाता है।

समतल दर्पण (Plane mirror)

- इसके दोनों तल सपाट (Flat) होते हैं।
- इस दर्पण में बनने वाला प्रतिबिम्ब वस्तु के बराबर बनता है। प्रतिबिम्ब का आकार-प्रकार वस्तु का दर्पण से दूरी पर निर्भर नहीं करता है।
- प्रतिबिम्ब की स्थिति एवं प्रकृति निम्नांकित होती है—

(i) प्रतिबिंब दर्पण के उतना ही पीछे बनता है, जितना आगे वस्तु दर्पण के रहता है।

(ii) सीधा, उभयपार्शिवीय (Invertelly lateral), वस्तु के बराबर तथा काल्पनिक (Imaginary) होता है।

(iii) यदि वस्तु दर्पण की ओर v वेग से गतिशील हो तो प्रतिबिम्ब $2v$ वेग से वस्तु की ओर गतिशील प्रतीत होता है।

(iv) किसी वस्तु का पूर्ण प्रतिबिम्ब देखने के लिए दर्पण की ऊंचाई कम से कम वस्तु की आधी होनी चाहिए।

(v) यदि दो दर्पणों के बीच का कोण θ हो तो उनके बीच रखी किसी वस्तु के $360/\theta$ प्रतिबिम्ब प्राप्त होते हैं। $360/\theta$ के सम होने पर कुल प्रतिबिम्ब की संख्या $360/\theta - 1$ के बराबर होता है।

समतल दर्पण के उपयोग

(i) शृंगार दर्पण (Dressing mirror) के रूप में।

(ii) पनडुब्बियों के बाहर की वस्तु को देखने के लिए परिदर्शी (Periscope) के रूप में।

(iiii) बहुदर्शी (Kaliedoscope) में।

गोलीय दर्पण (Spherical mirror)

- यह दर्पण किसी खोखले शीशे के गोले का भाग होता है।
- गोलीय दर्पण में किसी वस्तु के प्रतिबिम्ब की स्थिति एवं प्रकृति वस्तु का दर्पण से दूरी पर निर्भर करता है।
- इसे अवतल (Concave) तथा उत्तल (Convex) में विभाजित किया जाता है।
- इस दर्पण का एक तल उभरा तथा एक तल धँसा होता है। यदि उभरे भाग की कलई की जाती है तो इसे अवतल दर्पण तथा धँसे भाग की कलई करने पर उत्तल दर्पण कहते हैं।

अवतल दर्पण (Concave mirror)

- यदि वस्तु का प्रतिबिम्ब कभी उल्टा व छोटा, कभी उल्टा व बड़ा तथा वस्तु को दर्पण के काफी पास लाने पर सीधा और वस्तु से बड़ा बने तो यह अवतल दर्पण होता है।
- इसमें उभरे भाग की कलई की जाती है।
- इस दर्पण के ध्रुव और फोकस के बीच रखी वस्तु का प्रतिबिम्ब काल्पनिक, वस्तु के सापेक्ष सीधा तथा बड़ा बनता है।

उपयोग :

(i) शेविंग मिरर के रूप में (चेहरे को फोकस एवं ध्रुव के बीच में रखा जाता है)।

(ii) सर्चलाइट तथा गाड़ियों के हेडलाइट में।

(iii) आँख, कान एवं गला (ENT) के डॉक्टर के द्वारा प्रयुक्त उपकरण में।

(iv) सोलर कुकर के परावर्तन में।

उत्तल दर्पण (Convex mirror)

- इसमें धँसे भाग की कलई की जाती है।
- प्रत्येक स्थिति में वस्तु का प्रतिबिंब दर्पण के पीछे, सीधा, छोटा एवं आभासी बनता है।

उपयोग :

- गाड़ियों के पार्श्व दर्पण (Side mirror) के रूप में।
- गलियों को प्रकाशित करने वाला स्ट्रीट लाइट का परावर्तक भी उत्तल दर्पण की भांति व्यवहार करता है।
- **आवर्धन** (Magnification) : प्रतिबिंब की लम्बाई तथा वस्तु की लम्बाई के बीच का अनुपात।

अपवर्तन (Refraction)

- यह प्रकाश किरणों की वह विशेषता है, जिसके कारण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाने पर वे अपने मूल पथ से विचलित हो जाती हैं।
- प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाने पर अभिलम्ब से दूर तथा विरल से सघन में जाने पर अभिलम्ब की ओर झुक जाती हैं।
- पहले माध्यम तथा दूसरे माध्यम के अन्तरापृष्ठ (Inter face) पर गिरने वाली किरण को आपतित किरण तथा दूसरे माध्यम में जाने पर विचलित किरण को अपवर्तित किरण (Refracted ray) कहते हैं।
- स्नेल के अपवर्तन नियम : (i) आपतित किरण, अपवर्तित किरण एवं अभिलम्ब तीनों एक ही तल में स्थित होते हैं तथा (ii) किन्हीं दो माध्यमों तथा एक ही रंग के प्रकाश के लिए अपतन कोण i की ज्या (sin) तथा अपवर्तन कोण r की ज्या (sin) का अनुपात एक नियतांक (Constant) होता है, जिसे दूसरे माध्यम का पहले माध्यम की अपेक्षा अपवर्तनांक (μ) कहते हैं। अर्थात् अपवर्तनांक (μ) = sin i/sin r ।

अपवर्तन के कारण घटने वाली कुछ घटनाएं

(i) किसी जल भरे तालाब के तल का वास्तविक गहराई से कम गहरा दिखना।

(ii) पानी में तिरछी डाली गई छड़ी का टेढ़ा दिखाई देना।

(iii) तारों का वास्तविक ऊंचाई से कम ऊंचा दिखाई देना।

(iv) सूर्योदय तथा सूर्यास्त के वास्तविक समय के दो मिनट पहले तथा बाद तक सूर्य का दिखाई देना।

(v) तारों का टिमटिमाना।

अपवर्तनांक (Refractive Index)

- किसी माध्यम का दूसरे माध्यम के सापेक्ष विरलता या सघनता का द्योतक है।
- किसी माध्यम का अपवर्तनांक निर्वात में प्रकाश का वेग तथा उस माध्यम में प्रकाश के वेग का अनुपात होता है।
- चूंकि निर्वात् में प्रकाश का वेग महत्तम होता है, इसलिए सभी माध्यमों का अपवर्तनांक 1 से अधिक होता है।
- जिस माध्यम का अपवर्त्तनांक जितना अधिक होगा वह उतना ही अधिक घना (Dense) होगा तथा उसमें प्रकाश का वेग उतना ही कम होगा।
- श्वेत प्रकाश के सात रंगों में बैंगनी रंग का अपवर्तनांक सर्वाधिक तथा लाल रंग का न्यूनाधिक होता है।
- कुछ माध्यमों के अपवर्तनांक निम्नलिखित हैं—

माध्यम (Medium)	अपवर्तनांक (Refractive Index)
वायु	1.0003
बर्फ	1.31
जल	1.33
मिट्टी का तेल	1.44
तारपीन का तेल	1.47
क्राउन काँच	1.52
कार्बन डाईऑक्साइड	1.63
हीरा	2.42

लेन्स (Lens)

- दो गोलीय या एक गोलीय एवं एक समतल सतह से शीशे के बने प्रकाशिक यंत्र (Optical instrument) को लेंस कहते हैं।
- दो गोलीय सतहों वाले लेन्स को अवतल (Concave) तथा उत्तल (Convex) में वर्गीकृत किया जाता है।
- अवतल तथा उत्तल लेन्स में दो वक्रता केन्द्र तथा दो फोकस होते हैं।
- लेन्सों की आपतित किरणों को मोड़ने की क्षमता को उसकी शक्ति कहते हैं। लेन्स की शक्ति लेन्स के फोकस के व्युत्क्रम के बराबर होता है ($P = 1/f$) लेन्स की शक्ति का मात्रक डाइऑप्टर (Diopter) होता है, जिसे D द्वारा सूचित किया जाता है।
- दो लेन्सों को आपस में जोड़ देने पर परिणामी लेन्स की क्षमता दोनों की शक्ति के योग के बराबर होता है। ($P = P_1 + P_2$)।
- समान फोकस दूरी वाले एक अवतल एवं एक उतल लेन्स को जोड़ने पर उसकी शक्ति शून्य तथा फोकस दूरी अनन्त हो जाती है।

उत्तल लेन्स (Convex Lens)

- इसके दोनों सतह उभरे होते हैं।
- शीर्ष का भाग संकरा (narrow) तथा बीच का भाग चौड़ा होता है।
- इसका प्रधान फोकस धनात्मक होता है। अतः इसकी क्षमता भी धनात्मक होती है।
- इसमें किसी वस्तु की प्रतिबिम्ब की स्थिति एवं प्रकृति वैसी ही होती है जैसे अवतल दर्पण में होता है।

उपयोग : कैमरा, सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शी तथा दूर-दृष्टि दोष वाले व्यक्ति के चश्मे में।

अवतल लेन्स (Concave Lens)

- इसका दोनों भाग धँसा होता है।
- इसमें बनने वाले प्रतिबिम्ब की स्थिति एवं प्रकृति उत्तल दर्पण की तरह होती है।
- इसकी फोकस दूरी ऋणात्मक (Negative) होती है। अतः इसकी क्षमता भी ऋणात्मक होती है।

उपयोग : गैलीलियो दूरदर्शी के नेत्रिका तथा निकट दृष्टि दोष वाले व्यक्ति के चश्मे में।

पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (Total Internal Reflection)

- प्रकाश की किरणों का सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाने तथा आपतन कोण का मान क्रांतिक कोण (Critical angle) से बड़ा होने पर प्रकाश की किरणों का उसी माध्यम में परावर्तित होने की घटना को पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहते हैं।
- क्रांतिक कोण वह आपतन का कोण होता है, जिसके लिए अपवर्तन के कोण का मान 90° होता है।
- पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की दो आवश्यक शर्तें—

  (i) प्रकाश की किरणों को सघन से विरल माध्यम में जाना चाहिए।

  (ii) आपतन कोण का मान क्रांतिक कोण से अधिक होना चाहिए।
- पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कारण घटने वाली कुछ घटनाएं एवं अनुप्रयोग (Applications)—

  (i) **मृग मरीचिका** (Miraze) का बनाना : गर्मी के दिनों में रेगिस्तान में पेड़ की उल्टी छाया को हिलते देख जल का भ्रम होना।

  (ii) **उन्न मरीचिका** (Looming) का बनना : बर्फीले क्षेत्रों में समुद्र की जहाजों का हवा में उल्टा लटके होने का भ्रम होता।

(iii) हीरे का चमकना।

(iv) प्रकाश तंतु (Fibre optics) से प्रकाश का संचरण।

प्रकाश तंतु के उपयोग :

(i) अंकीय (Digital) संकेतों के वहन में।

(ii) अन्तरदर्शी (Endoscope) में।

(iii) छोटे से चीरे की सहायता से शल्य-क्रिया में।

प्रकीर्णन (Scattering)

- जब माध्यम में धूल तथा अन्य पदार्थों के सूक्ष्म कण होते हैं तो उस माध्यम से गुजरने पर प्रकाश विभिन्न दिशाओं में प्रसारित हो जाता है। इसे प्रकाश का प्रकीर्णन कहते हैं।
- लार्ड रैले के अनुसार, प्रकाश के विभिन्न रंगों का प्रकीर्णन उनके तरंग दैर्ध्य का व्युतक्रमानुपाती होता है।
- सूर्य के प्रकाश में बैगनी रंग का तरंगदैर्ध्य सबसे कम तथा प्रकीर्णन सबसे अधिक होता है। लाल रंग का तरंगदैर्ध्य सबसे अधिक तथा प्रकीर्णन सबसे कम होता है।
- प्रकीर्णन के अभाव में ही अंतरिक्ष तथा चन्द्रमा से आकाश काला दिखाई देता है।
- **प्रकीर्णन के कारण घटने वाली कुछ घटनाएं—**

(i) आकाश का नीला दिखाई देना।

(ii) सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय आकाश का लाल दिखाई देना।

(iii) हरित गृह (Green house) का गर्म होना, इत्यादि।

प्रकाश का वर्ण विक्षेपण (Dispersion of light)

- सूर्य का प्रकाश जब प्रिज्म से होकर गुजरता है तो अपवर्तन के पश्चात् विभिन्न रंगों के प्रकाश में बंट जाता है। इस प्रकार प्राप्त रंगों के समूह को वर्ण क्रम (Spectrum) तथा इस क्रिया को वर्ण विक्षेपण कहते हैं।
- बैगनी रंग का विक्षेपण सबसे अधिक व लाल रंग का विक्षेपण सबसे कम होता है।
- आधार से ऊपर की ओर रंगों का क्रम इस प्रकार होता है—बैगनी, जामुनी, नीला, हरा, पीला, नारंगी, लाल (Violet, Indigo, Blue, Green, Yellow, Orange, Red)।

इन्द्रधनुष (Rainbow)

- इन्द्रधनुष में परावर्तन, पूर्ण आंतरिक परावर्तन व अपवर्तन, तीनों का उदाहरण मिलता है। इंद्रधनुष का निर्माण वायुमंडल में उपस्थित वर्षा की छोटी बूंदों पर प्रकाश के पड़ने से होता है। इन्द्रधनुष के दो प्रकार होते हैं—प्राथमिक व द्वितीयक।

वस्तुओं के रंग (Colour of Subtances)

- वस्तु जिस रंग की दिखाई देती है वास्तव में वह उस रंग को परावर्तित करती है।
- यदि वस्तु श्वेत दिखाई देती है तो वह सभी रंगों का परावर्तन करती है, जबकि काली दिखने वाली वस्तु सभी रंगों का अवशोषण करती है।
- लाल गुलाब को हरे प्रकाश से देखने पर वह काला दिखाई देता है, क्योंकि लाल गुलाब हरे प्रकाश का अवशोषण कर लेता है तथा उसके परावर्तन के लिए कोई रंग शेष नहीं रहता है।
- लाल, नीला तथा हरे रंग को प्राथमिक रंग (Primary Colour) कहते हैं, क्योंकि इसका संयुक्त प्रभाव श्वेत (White) होता है।
- रंगीन टी. वी. में प्राथमिक रंग लाल, हरा तथा नीला का उपयोग किया जाता है।
- दो प्राथमिक रंगों के मिलने से बनने वाले रंग द्वितीयक रंग कहलाते हैं। जब दो रंग परस्पर मिलकर श्वेत रंग बनाते हैं तो उन्हें पूरक रंग कहा जाता है।
- मैजेंटा (लाल+नीला), पीकॉक ब्लू (हरा+नीला) तथा पीले रंग को सम्पूरक रंग कहते हैं, क्योंकि इसका संयुक्त प्रभाव भी श्वेत होता है।

मिश्रण से प्राप्त विभिन्न रंग

लाल + हरा = पीला	हरा + मैजेंटा = श्वेत
लाल + नीला = मैजेंटा	लाल + पीकॉक ब्लू = श्वेत
हरा + नीला = पीकॉक ब्लू (श्यान)	नीला + पीला = श्वेत

विभिन्न घटनाएं	प्रकाश का गुण
तारों का टिमटिमाना एवं वास्तविक दूरी से अधिक दूरी दिखाई देना	अपवर्तन
जल के तल पर पड़े सिक्के का अपने वास्तविक गहराई से ऊपर दिखना	अपवर्तन
तिरछी छड़ी का पानी में मुड़ा दिखना	अपवर्तन
मृग मरीचिका का बनना	पूर्ण आंतरिक परावर्तन
हीरे का चमकना	पूर्ण आंतरिक परावर्तन
प्रकाश तंतु का कार्य करना	पूर्ण आंतरिक परावर्तन
आकाश का नीला दिखना	प्रकीर्णन
सुबह-शाम को सूर्य का लाल दिखना	प्रकीर्णन
पानी के बुलबुले का रंगीन दिखना	व्यतिकरण
पानी के सतह पर मिट्टी का तेल डालने पर उसका रंगीन दिखना	व्यतिकरण
सी.डी. (Compact disc) का रंगीन दिखना	विवर्तन
इन्द्रधनुष का बनना (प्राथमिक) (प्राथमिक में लाल रंग बाहर तथा बैंगनी अन्दर रहता है)	दो बार अपवर्तन तथा एक बार परावर्तन
इन्द्रधनुष का बनना (द्वितीयक) (द्वितीयक में बैंगनी बाहर तथा लाल रंग अंदर रहता है)	दो बार अपवर्तन तथा दो बार परावर्तन

ऊष्मा (Heat)

- ऊष्मा आण्विक गति की ऊर्जा है, जो दो पिण्डों के बीच तापान्तर (Temperature Difference) के कारण प्रवाहित होता है।
- ऊष्मा का एस.आई. मात्रक जूल तथा सी. जी. एस. (CGS) मात्रक कैलोरी होता है। एक ग्राम जल का ताप 1^0C (14.5^0C से 15.5^0C) बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को कैलोरी कहते हैं।
- किसी वस्तु में निहित ऊष्मा उस वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर करती है।
- ऊष्मा के विभिन्न मात्रकों में सम्बन्ध :

1 कैलोरी = 4.186 जूल

1 जूल = 0.24 कैलोरी

1 ब्रिटिश थर्मल इकाई (BTU) = 252 कैलोरी

1 किलो कैलोरी = 4.18×10^3 जूल।

- ऊष्मा एक प्रकार की ऊर्जा है, जिसे कार्य में बदला जा सकता है। इसका प्रत्यक्ष प्रमाण सबसे पहले रमफोर्ड (Ramford) ने दिया था।
- किसी पिण्ड में निहित ऊष्मा उस पिण्ड के द्रव्यमान व ताप पर निर्भर करती है।

* जूल (Joule) के अनुसार, जब कभी कार्य ऊष्मा में बदलता है, या ऊष्मा कार्य में बदलती है, तो किए गए कार्य व उत्पन्न ऊष्मा के अनुपात को ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक (Mechanical equivalent of heat) कहते हैं। यदि W कार्य करने से उत्पन्न ऊष्मा की मात्रा Q हो तो, यांत्रिक तुल्यांक (J) = W/Q।
* **कुछ तापमापियां उनके परास एवं उनका विशिष्ट उपयोग :**

तापमापी का प्रकार	**परास (^{0}C में)**	**उपयोग**
तरल तापमापी	-80^{0}C से 500^{0}C	डॉक्टरी तापमापी में
गैस तापमापी	-268^{0}C से 1500^{0}C	तरल का ताप मापने में
प्लैटिनम प्रतिरोध	-200^{0}C से 1700^{0}C	सूक्ष्म तापान्तर तापमापी मापने में
तापयुग्म तापमापी	-272^{0}C से 1700^{0}C	अति निम्न एवं उच्च तापमान मापने में
संपूर्ण विकिरण उत्तापमापी	800^{0}C से अनन्त	तारों के ताप मापने में प्रयुक्त

ताप मापने के पैमाने (Scales of Temperature Measurement)

* विभिन्न पैमानों में जल का हिमांक बिन्दु एवं क्वथनांक बिन्दु निम्नलिखित मापा गया है :

पैमाने का नाम	**जल का हिमांक**	**जल का क्वथनांक**
सेल्सियस (C)	0^0	100^0
फारेनहाइट (F)	32^0	212^0
र्यूमर (R)	0^0	80^0
केल्विन (K)	273	373

* चारों पैमानों में संबंध—

$$\frac{C - O}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{R - 0}{4} = \frac{K - 273}{5}$$

* -40^0 पर सेल्सियस एवं फारेनहाइट पैमानों का तापमान बराबर होता है।
* **केल्विन** को तापमान का एस.आई. (SI) मात्रक स्वीकार किया गया है, तथा इसके साथ डिग्री का प्रयोग अनुमन्य नहीं है।
* शून्य केल्विन या -273^{0}C तापमान पर पदार्थ के अणुओं की गति लगभग शून्य हो जाती है। इस तापमान को परम शून्य ताप (Absolute Zero Tem.) कहा जाता है। (यथार्थ मान -237.15^{0}C)।

ऊष्मीय प्रसार (Thermal Expansion) :

* सामान्यतः पदार्थों को ऊष्मा देने पर उनकी विमाओं (dimensions) (लंबाई, क्षेत्रफल तथा आयतन) में वृद्धि होती है। इस वृद्धि को ऊष्मीय प्रसार कहते हैं। ताप बढ़ने पर पदार्थ के अणुओं के बीच की दूरी बढ़ जाती है।
* कुछ पदार्थ, जैसे जल, सिल्वर आयोडाइड, इत्यादि का एक विशिष्ट ताप परिसर में ताप बढ़ने पर उनमें संकुचन होता है।
* जल का यह असामान्य व्यवहार 0^{0}C से 4^{0}C के बीच तथा सिल्वर आयोडाइड (AgI) का 80^{0}C से 140^{0}C के बीच होता है।
* **अवांछित ऊष्मीय प्रसार से बचाव के उपाय :**
  (i) दो रेल पटरियों के खण्डों के बीच थोड़ी-थोड़ी दूरी पर खाली जगह छोड़ दिया जाता है (ताप परिवर्तन से रेलों के स्वरूप में किसी प्रकार के परिवर्तन को रोकने के लिए)
  (ii) लम्बी दूरी वाली द्रव वाहक पाइपों में बीच-बीच में लूप लगाया जाता है।
  (iii) पेंडुलम घड़ियों में लम्बाई परिवर्तन को रोकने के लिए साधारण धातुओं की जगह इनवार (लोहा + निकिल) नामक मिश्र धातु का प्रयोग किया जाता है।
  (iv) मग एवं ग्लास बनाने में साधारण काँच के स्थान पर पाइरेक्स काँच का प्रयोग किया जाता है (साधारण काँच की तुलना में पाइरेक्स काँच का उष्मीय प्रसार कम होता है)।

ऊष्मा का संचरण (Transmission of heat) :

* ऊष्मा के एक स्थान से दूसरे स्थान तक प्रवाहित होने की घटना को उष्मा का संचरण कहते हैं।
* इसकी तीन विधियाँ हैं—चालन (Conduction), संवहन (Convection) तथा विकिरण (Radiation)।

(i) चालन (Conduction)—इसके लिए माध्यम आवश्यक है।

—इसमें सिर्फ ऊष्मा का प्रवाह होता है, द्रव्य के कणों का नहीं। इस विधि द्वारा मुख्यतः ठोस पदार्थ ही गर्म होते हैं।

—वैसे पिण्ड जिससे ऊष्मा का संचरण होता है, उसे चालक कहते हैं।

(ii) संवहन (Convection)—इसके संचरण के लिए माध्यम आवश्यक है।

—इसमें ऊर्जा का प्रवाह द्रव्य के कणों के स्थानान्तरण के कारण होता है। द्रव व गैसों में ऊष्मा का संचरण इस विधि द्वारा होता है।

—वायुमंडल संवहन विधि के द्वारा ही गर्म होता है।

संवहन के कारण होने वाली कुछ प्रमुख घटनाएं—

—लैम्प एवं लालटेन का जलना (संवहन धारा के लिए बर्नर का प्रयोग किया जाता है)।

—ईंट के भट्टे का जलना।

—कमरों की गन्दी वायु को निकालने के लिए वेन्टीलेटर (वाताग्र) का कार्य करना।

—समुद्री समीर एवं स्थलीय समीर का बहना।

—भूमध्यरेखीय क्षेत्रों में संवहनीय वर्षा का होना।

(iii) विकिरण (Radiation)—इस विधि में माध्यम आवश्यक नहीं होता है।

—इनका प्रवाह किरणों के रूप में होता है जो स्वभाव से विद्युत चुम्बकीय (Electro magnetic) होती हैं।

—इस विधि द्वारा ऊष्मा का संचरण माध्यम को गरम किये बिना होता है। पृथ्वी तक सूर्य की ऊष्मा इसी विधि से पहुंचती है।

चालन, संवहन तथा विकिरण में अंतर

	चालन	**संवहन**	**विकिरण**
माध्यम	ऊष्मा का संचरण माध्यम के कणों द्वारा	ऊष्मा का संचरण माध्यम के कणों द्वारा	माध्यम की आवश्यकता नहीं
माध्यम के कण	अपने स्थान पर ही रहते हैं	अपना स्थान परिवर्तित करते हैं	अप्रभावित
संचरण की दिशा	टेढ़े-मेढ़े या सरल रेखा	टेढ़े-मेढ़े	सरल रेखा
संचरण की चाल	बहुत धीमी	धीमी	बहुत तेज
माध्यम	केवल ठोस	द्रव व गैस	निर्वात/वायु

विकिरण संबंधी कुछ अनुप्रयोग :

(i) गर्मी के दिनों में श्वेत वस्त्र पहनना अधिक आरामदायक होता है (श्वेत पिण्ड उष्मा का बुरा अवशोषक एवं बुरा उत्सर्जक होता है।)

(ii) हल्के रंग वाले भवन सभी मौसम में आरामदायक होते हैं (गर्मी में विकिरण का कम अवशोषण करते हैं तथा सर्दी में विकिरण का कम उत्सर्जन करते हैं)।

(iii) चाय के प्याले चमकदार बनाये जाते हैं (उष्मा के अच्छे परावर्तक होते हैं)।

(iv) कारखानों में जल गर्म करने के लिए प्रयोग किए जाने वाले ब्वायलर (Boiler) के पेंदे काले तथा ऊपर के भाग चमकदार बनाये जाते हैं।

विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat) :

- यह ऊष्मा की वह मात्रा है, जो किसी पदार्थ के एकांक द्रव्यमान के एकांक तापवृद्धि के लिए आवश्यक होता है।
- इसे किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता (Specific Heat Content) भी कहते हैं।
- सभी ठोस एवं द्रव में जल की विशिष्ट ऊष्मा सर्वाधिक होती है जो कि एक कैलोरी/ग्राम/^{0}C होता है।

जल की उच्च विशिष्ट ऊष्मा का प्रयोग :

(i) समुद्र के किनारों का समशीतोष्ण होना।

(ii) शरीर के सिकाई में हॉट वॉटर बोतल का उपयोग।

(iii) रेडिवॉटर के रूप में जल का उपयोग।

(iv) नाभिकीय भट्टियों में शीतलक (Coolant) के रूप में भारी जल का उपयोग।

कुछ पदार्थो की विशिष्ट ऊष्मायें निम्नलिखित हैं–

पदार्थ	विशिष्ट ऊष्मा	पदार्थ	विशिष्ट ऊष्मा
सीसा	0.03	तारपीन	0.42
लोहा	0.11	बर्फ	0.50
बालू	0.20	एल्कोहॉल	0.60
एल्युमिनियम	0.21	जल	1

- गैसों की दो विशिष्ट ऊष्मायें होती हैं।

गुप्त उष्मा (Latent Heat) :

- निश्चित तापमान पर किसी पदार्थ के इकाई द्रव्यमान के अवस्था परिवर्तन के लिए जितनी ऊष्मा की आवश्यकता होती है, उसे गुप्त ऊष्मा कहते हैं।
- इसका एस.आई. (S.I.) मात्रक जूल/किलोग्राम होता है।
- नियत ताप पर ठोस के एकांक द्रव्यमान को द्रव में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को गलन की गुप्त ऊष्मा (Latent Heat of Fusion) कहते हैं। बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा का मान 80 कैलोरी/ग्राम होता है।
- नियत ताप पर द्रव के एकांक द्रव्यमान को गैस में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक उष्मा की मात्रा को वाष्पन की गुप्त ऊष्मा (Latent Heat of Vaporization) कहते हैं। जल के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा का मान 536 कैलारी/ग्राम होता है।
- भाप में गुप्त ऊष्मा होने के कारण यह समान ताप पर गरम जल से अधिक जलन पैदा करती है।

गलनांक (Melting Point) :

- वह निश्चित ताप, जिस पर कोई ठोस द्रव में परिवर्तित होता है, उसका गलनांक बिन्दु कहा जाता है।

गलनांक पर दाब का प्रभाव

(i) पिघलने पर संकुचित होने वाले पदार्थ (बर्फ, ढलवा लोहा, विस्मथ) : दाब बढ़ने पर गलनांक कम होता है।

(ii) पिघलने पर प्रसारित होने वाले पदार्थ : दाब बढ़ने से गलनांक बढ़ता है।

(iii) अशुद्धि का प्रभाव : सामान्यतः अशुद्धि मिलाने से गलनांक कम हो जाता है।

- 0^{0}C पर पिघलती द्रव में अल्प मात्रा में नमक या शोरा मिला देने पर उसका गलनांक लगभग 22^{0}C तक पहुंच जाता है।

क्वथनांक (Boiling Point) :

- वह निश्चित ताप जिस पर किसी द्रव का वाष्प दाब (Vapour pressure) का मान वायुमंडलीय दाब (Atmospheric pressure) के बराबर होता है।
- सामान्य दाब पर जल का क्वथनांक बिन्दु 100^{0}C होता है।
- दाब बढ़ने से क्वथनांक बिन्दु का मान बढ़ जाता है। उदाहरण के लिए दाब को दुगुना कर देने पर जल का क्वथनांक बिन्दु 100^{0}C से बढ़कर 120^{0}C हो जाता है।
- अशुद्धि मिलाने से भी द्रव का क्वथनांक बिन्दु बढ़ता है।

वाष्पन (Vaporization) :

- किसी भी ताप पर द्रव की सतह से उच्च ऊर्जा वाले द्रव कणों का बाहर निकलना वाष्पन कहलाता है।
- तापमान के बढ़ने, हवा के तेज चलने तथा द्रव के पृष्ठ क्षेत्रफल में वृद्धि से वाष्पन की दर बढ़ जाती है।
- वाष्पन से कुल ऊर्जा में कमी आती है।

संघनन (Condensation) :

- वह प्रक्रिया जिसमें वाष्प द्रव में परिवर्तित होता है।
- संघनन में ऊष्मा का उत्सर्जन होता है।

आर्द्रता (Humidity) :

- वायुमंडल में जल वाष्प की उपस्थिति को आर्द्रता कहते हैं।
- किसी दिए हुए ताप पर वायु के किसी आयतन में उपस्थित जलवाष्प की मात्रा तथा उसी ताप पर, उसी आयतन की वायु को संतृप्त करने के लिए आवश्यक जलवाष्प की मात्रा के अनुपात को आपेक्षित आर्द्रता (Relative humidity) कहते हैं।
- आपेक्षिक आर्द्रता को प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है।
- इसे मापने के लिए हाइग्रोमीटर (Hygrometer) नामक यंत्र का प्रयोग किया जाता है।
- ताप बढ़ने पर आपेक्षिक आर्द्रता बढ़ जाती है।
- एयरकंडीशनर से आर्द्रता नियंत्रित होती है, किन्तु एयर कूलर से नहीं।

विद्युत (Electricity)

आवेश (Charge) :

- उदासीन परमाणु में इलेक्ट्रॉन योग या ह्रास पर आवेश प्राप्त होता है।
- किसी परमाणु में उत्पन्न आवेश की संख्या परमाणु के द्वारा ग्राह्य (Accepted) या त्याज्य (Donated) इलेक्ट्रॉनों के बराबर होता है।
- एक इलेक्ट्रान पर 1.6×10^{-19} कूलॉम का ऋणात्मक आवेश होता है।

- जब कोई परमाणु इलेक्ट्रॉन त्यागता है तो उस पर धन आवेश (Positive charge) तथा इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने पर ऋण आवेश (Negative Charge) पैदा होता है।
- समान आवेशों के मध्य प्रतिकर्षण (Repulsion), जबकि असमान आवेश में आकर्षण (Attraction) होता है।
- आवेश एक अदिश (Scalar) राशि है।
- आवेश का मात्रक कूलॉम (Coloumb) होता है।
  1 कूलाम = 6.25×10^{18} इलेक्ट्रान

विद्युत धारा (Electric Current) :

- आवेश के प्रवाह को विद्युत धारा कहते हैं।
- विद्युत धारा का मात्रक एम्पियर (A) होता है।
- विद्युत धारा की माप आमीटर (Ammeter) नामक यंत्र से की जाती है।
- एक आदर्श आमीटर का प्रतिरोध शून्य होना चाहिए।
- यदि किसी चालक से t समय में Q कूलॉम का आवेश प्रवाहित होता हो तो, विद्युत धारा (I) = Q/t.

विभव (Potential) :

- किसी विद्युत क्षेत्र में अनन्त से इकाई धन आवेश को किसी बिन्दु तक लाने में जो कार्य किया जाता है, उसे उस बिन्दु पर विभव कहते हैं।
- इसका मात्रक वोल्ट (V) होता है।
- इसे वोल्टमीटर या गैल्वनोमीटर से मापा जाता है।
- एक आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध अनन्त होना चाहिए।
- विद्युत धारा के प्रवाह के लिए दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर (Potential difference) आवश्यक है।

प्रतिरोध (Resistance) :

- चालक के अणुओं/परमाणुओं/आयनों के द्वारा प्रवाहित विद्युत धारा का जो विरोध किया जाता है, उसे प्रतिरोध कहते हैं।
- इसका मात्रक ओम (Ω) होता है।

प्रतिरोधकता (Resistivity) :

- यह एक नियतांक (Constant) है।
- इसका मान चालक के पदार्थ की प्रकृति तथा उसकी भौतिक अवस्थाओं (Physical Condition) पर निर्भर करता है।
- इसका मात्रक ओम-मीटर (Ω - m) होता है।
- प्रतिरोध के व्युत्क्रम को चालकता कहते हैं। इसका मात्रक महो (Mho) है, जिसे सीमेन (Siemen) भी कहते हैं।
- विशिष्ट प्रतिरोध या प्रतिरोधकता के व्युत्क्रम को विशिष्ट चालकता कहते हैं। इसका मात्रक ओम $^{-1}$ मीटर $^{-1}$ है।

चालक का प्रतिरोध

- चालक की लम्बाई बढ़ने पर : बढ़ता है।
- चालक का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल बढ़ने पर : घटता है।
- धातुओं एवं मिश्र धातुओं का तापमान बढ़ने पर : बढ़ता है।
- अर्द्धचालकों का तापमान बढ़ने पर : घटता है।
- विद्युत अपघट्यों के तापमान बढ़ने पर : घटता है।
- चालकों को श्रेणी क्रम में जोड़ने पर : बढ़ता है।
- चालकों को समानान्तर क्रम में जोड़ने पर : घटता है।

- जिस चालक की प्रतिरोधकता अधिक होती है उसकी चालकता (Conductivity) कम होती है।
- चाँदी की चालकता सर्वाधिक होती है, अतः उसकी प्रतिरोधकता सबसे कम होती है।
- **कुछ चालकों की प्रतिरोधकताएँ निम्नलिखित हैं—**

पदार्थ	प्रतिरोधकता (Ω - m)	पदार्थ	प्रतिरोधकता (Ω - m)
चाँदी	1.6×10^{-8}	मानव शरीर	1×10^{4}
ताँबा	1.7×10^{-8}	शुद्ध जल	2.5×10^{5}
एल्युमिनियम	2.7×10^{-8}	काँच	10^{10} से 10^{14}
लोहा	10×10^{-8}	कठोर रबर	10^{13} से 10^{16}
निक्रोम	100×10^{-8}	नमक	10^{14}
कार्बन	3.5×10^{-5}	पिघला क्वाट्र्ज	10^{16}

विद्युत शक्ति (Electric Power) :

- प्रति एकांक समय में व्यय विद्युत ऊर्जा को विद्युत शक्ति कहते हैं।
- इसका S.I. मात्रक वाट होता है। इसके बड़े मात्रक किलोवाट (10^3 वाट) तथा मेगावाट (10^6 वाट) होते हैं।
- प्रति घण्टे एक किलोवाट उर्जा उपभोग को एक किलोवाट घंटा या एक यूनिट कहते हैं।

प्रत्यावर्ती धारा को दिष्ट धारा में बदलने के लिए दिष्टकारी (Rectifier) का प्रयोग किया जाता है, जबकि दिष्ट धारा को प्रत्यावर्ती धारा में बदलने के लिए इनवर्टर (Inverter) का उपयोग किया जाता है।

फ्यूज (Fuse) :

- फ्यूज चालक परिपथ में लगी एक सुरक्षा युक्ति (Safety device) होती है।
- लघुपथन (Short Circuiting) या अतिभार (Over-loading) की स्थिति में यह विद्युत उपकरणों की सुरक्षा करता है।
- इसका निर्माण उन मिश्र धातुओं से किया जाता है जो विद्युत परिपथ के तापमान के एक सीमा से अधिक बढ़ जाने पर पिघल जाते हैं।
- यदि फ्यूज को टिन, शीशा तथा विस्मथ के मिश्रण से निर्मित किया जाता है तो इसका गलनांक 40^0C होता है।
- कुछ फ्यूज उनके संघटक धातु तथा उनके गलनांक निम्नलिखित हैं—

प्रकार	संघटक धातु	गलनांक
रोज मेटल	टिन+शीशा+विस्मथ	40^0C
वुड मेटल	टिन+शीशा+विस्मथ+कैडमियम	65^0C
न्यूटन मेटल	टिन+शीशा+विस्मथ (धातुओं की प्रतिशत मात्रा रोज मेटल से भिन्न)	95^0C

तापदीप्त बल्ब (Incandescent Bulb)

- सामान्य प्रकार के विद्युत बल्बों को तापदीप्त बल्ब कहते हैं।
- इसका तापमान 1500^0C से 2700^0C तक होता है।
- बल्ब के अंदर नाइट्रोजन तथा आर्गन जैसी अक्रिय गैस (Inert gas) भरी जाती हैं, जिससे बल्ब के तंतु का वाष्पन रोका जा सके।
- तन्तु के रूप में टंगस्टन का प्रयोग किया जाता है, जिसका गलनांक 3380^0C होता है।

- 90% उष्मा तथा 10% प्रकाश प्राप्त होता है।

प्रतिदीप्त नली (Fluroscent Tube)

- काँच की एक बेलनाकार खोखली नली होती है, जिसमें दोनों छोरों पर इलेक्ट्रोड होते हैं।
- इलेक्ट्रोडों पर बेरियम ऑक्साइड की लेप चढ़ाई जाती है, ताकि विद्युत धारा के प्रवाह से इलेक्ट्रोडों से अधिक इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन हो सके।
- नली के अन्दर निम्न दाब पर गैस भरी जाती है, जिसके परमाणु इलेक्ट्रॉनों द्वारा उत्तेजित होकर पराबैंगनी किरणें (Ultraviolet Rays) छोड़ते हैं।
- नली की दीवारों पर फॉस्फोरस नामक प्रतिदीप्त पदार्थ का लेप चढ़ा रहता है, जो पराबैंगनी किरणों का अवशोषण कर दृश्य प्रकाश छोड़ते हैं।
- नली में श्वेत प्रकाश प्राप्त करने के लिए पारा तथा ऑर्गन, पीला प्रकाश के लिए सोडियम तथा नारंगी प्रकाश के लिए निऑन का उपयोग किया जाता है।
- निऑन का उपयोग विज्ञापन के ट्यूबों में भी होता है।
- इस नली में उत्पन्न ऊर्जा का 70% ऊष्मा के रूप में तथा 30% प्रकाश के रूप में प्राप्त होता है।

संयुक्त प्रतिदीप्त दीप (Compact Fluroscent Lamp) या सी.एफ.एल. (CFL)

- यह लैम्प भी प्रतिदीप्त नली के सिद्धांत पर कार्य करता है।
- इसमें प्रकाश विकीर्णक डायोड (Light Emitting Diode) का प्रयोग किया जाता है।
- इससे निकलने वाले प्रकाश का रंग फॉस्फोरस के प्रकार पर निर्भर करता है।

लेजर (LASER)

- LASER "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (उत्प्रेरित उत्सर्जन से प्रकाश किरणों का प्रवर्द्धन) का संक्षिप्ताक्षर होता है। इसका आविष्कार अमेरिका के वैज्ञानिक थियोडर साइमन ने 1960 ई. में किया।
- उपयोग : आँखों की शल्य-क्रिया, प्रकाश तंतु द्वारा दूरसंचार के संकेतों का प्रेषण, धातुओं के वेल्डिंग, नाभिकीय संलयन, होलोग्राफी, सी.डी. में आँकड़ों की रिकार्डिंग एवं उसका पठन इत्यादि में इसका उपयोग किया जाता है।

दैनिक जीवन में भौतिकी

ठोसों में उष्मीय प्रसार के कुछ व्यावहारिक उपयोग—

1. गैस, कच्चा तेल तथा जल को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने के लिए लोहे से निर्मित **पाइप लाइन** का प्रयोग किया जाता है। ये पाइप लाइन उष्मीय प्रसार के कारण लम्बाई में बढ़ना चाहेंगे किन्तु जहां-तहां जकड़े रहने पर उनके प्रसार से उन पर बल लगेंगे, जो उन्हें तोड़ डालेंगे। इस प्रकार की क्षति से बचने के लिए इन पाइपों में जगह-जगह पर लूप बना दिये जाते हैं।

2. **रेल की पटरियाँ** लौह-धातु (Iron-metal) से निर्मित होती हैं, अतः रेल की दो पटरियों के जोड़ पर थोड़ा सा स्थान रिक्त छोड़ दिया जाता है जिससे गर्मी के दिनों में ताप के बढ़ने से रेल पटरियों की लम्बाई बढ़ने के लिए खाली स्थान मिल सकें, अन्यथा रेल की पटरियां तिरछी हो जायेंगी तथा रेल दुर्घटना (Rail accident) हो सकती है।

3. किसी **लोलक घड़ी** का आवर्तकाल (Time period) उसमें लटके किसी लोलक की लम्बाई पर निर्भर करता है, लम्बाई बढ़ने पर आवर्तकाल बढ़ जाता है तथा लम्बाई घटने पर आवर्तकाल घट जाता है। गर्मी के मौसम में उष्मीय प्रसार के कारण लोलक की लम्बाई बढ़ जाती है, जिससे आवर्तकाल (Time period) बढ़ जाता है जिसके परिणामस्वरूप घड़ी सुस्त हो जाती है तथा जाड़े के मौसम में लोलक की लम्बाई घटने के कारण आवर्तकाल कम हो जाता है जिसके परिणामस्वरूप घड़ी तेज हो जाती है। इससे बचने के लिए घड़ी का लोलक इस प्रकार बनाया जाता है कि उस पर ताप परिवर्तन का प्रभाव नगण्य हो।

4. काँच के गिलास में गर्म जल डालने पर, काँच (Glass) चटक जाता है, क्योंकि काँच उष्मा का कुचालक (Bad conductor) है। गर्म जल डालते ही अन्दर का भाग गर्म हो जाता है और फैलता है परन्तु काँच के गिलास का बाहरी भाग ठण्डा ही रहता है अतः गिलास चटक जाता है।

5. काँच की बोतल में डॉट फंसने पर बोतल की गर्दन को गर्म जल में रखकर गर्म किया जाता है, जिससे बोतल की गर्दन का व्यास बढ़ जाय, और डॉट बोतल से बाहर निकल सके। यदि काँच की बोतल पर धातु का ढक्कन (Cap) लगा है तो गर्म करने पर (काँच की अपेक्षा धातु का प्रसार गुणांक (Expansion coefficient) अधिक होने के कारण) उसमें प्रसार (Expansion) होता है और वह ढीली हो जाती है।

जल का असामान्य प्रसार

प्रायः सभी प्रकार के द्रव गर्म किये जाने पर उनके आयतन (Volume) में बढ़ोत्तरी होती है किन्तु जल 0^0C से 4^oC तक गर्म करने पर आयतन में घटता है तथा 4^oC के बाद बढ़ना प्रारंभ करता है। इसका तात्पर्य यह है कि 4^oC पर जल का घनत्व (Density) सर्वाधिक होता है। दैनिक जीवन में इसके कई प्रभाव दिखायी देते हैं जो निम्नलिखित हैं—

1. अत्यधिक ठण्ड में जल के पाइप कभी-कभी फट जाते हैं— ठण्डे प्रदेशों में जाड़े के दिनों में पाइपों में बहने वाले जल का तापमान 4^oC से नीचे गिर जाने पर जल के आयतन में बढ़ोत्तरी होती है, किन्तु धातु से निर्मित जल का पाइप सिकुड़ता है। इन विपरीत दशाओं के कारण पाइप की दीवारों पर इतना अधिक दाब (Pressure) उत्पन्न होता है कि वे फट जाते हैं।

2. ठण्डे प्रदेशों में तालाबों के जम जाने पर भी उनमें मछलियां जीवित रहती हैं—ठण्डे प्रदेशों में जाड़े के दिनों में वायु का ताप 0^0C से भी घट जाता हैं अतः वहां पर तालाबों में जल जमने लगता है। वायु का ताप गिरने पर पहले तालाबों की सतह का जल ठण्डा होता है। अतः यह भारी होने के कारण नीचे बैठता है तथा नीचे का जल हल्का होने के कारण ऊपर आता रहता है। यह प्रक्रिया तब तक लगातार चलती रहती है जब तक कि सम्पूर्ण तालाब का जल 4^0C तक नहीं गिर जाता है। जब सतह के जल का ताप 4^0C से नीचे गिरने लगता है तो इसका घनत्व (Density) कम होने लगता है। अतः अब यह नीचे नहीं जाता है तथा 0^0C तक ठण्डा होकर बर्फ के रूप में सतह पर ही जमने लगता है। जल के जमने की क्रिया ऊपर से नीचे की ओर होती है। इस कारण तालाब का ऊपरी भाग जम जाता है तथा नीचे वाला भाग 4^0C पर जल की अवस्था में रहता है, जिससे मछलियां उसमें जीवित रहती हैं।

ऊष्मा संचरण के दैनिक जीवन में उपयोग

चालन (Conduction) से संबंधित उपयोग—1. धातु के प्याले में चाय पीना कठिन है जबकि चीनी मिट्टी के प्याले में चाय पीना आसान है—इसका कारण यह है कि धातु उष्मा की सुचालक (Good conductor) है, अतः धातु के प्याले में चाय से उष्मा धातु में होकर होठों तक पहुंच कर, होठों को जलाने लगती है। जबकि चीनी मिट्टी उष्मा की कुचालक (Bad conductor) होने के कारण, चाय से उष्मा चीनी मिट्टी से होकर होठों तक पहुंच नहीं पाती है, अतः चाय पीना आसान हो जाता है।

2. एस्किमो लोग बर्फ की दोहरी दीवारों के मकान में रहते हैं— इसका कारण यह है कि बर्फ की दोहरी दीवारों के मध्य हवा की पर्त उष्मा की कुचालक

(Bad conductor) का कार्य करती है, जिससे अन्दर की उष्मा बाहर नहीं जा पाती है तथा कमरे के अन्दर का ताप बाहर के ताप की अपेक्षा अधिक बना रहता है।

संवहन (Convection) **से संबंधित उपयोग– 1. रेफ्रिजरेटर में फ्रीजर पेटिका को ऊपर रखा जाता है**—इसका कारण यह है कि नीचे की गरम वायु हल्की होने के कारण ऊपर उठती है तथा फ्रीजर पेटिका से टकराकर ठण्डी हो जाती है। ऊपर की ठण्डी वायु भारी होने के कारण नीचे की ओर आती है तथा रेफ्रिजरेटर (Refrigerator) में रखी वस्तुओं को ठण्डा कर देती है।

3. बिजली के बल्बों में निष्क्रिय गैसों का भरा जाना—बिजली के बल्बो में निर्वात (Vaccum) के स्थान पर निष्क्रिय गैस (Inert gas) जैसे—आर्गन (Argon) भरी जाती है। इसका कारण यह है कि बल्ब में निष्क्रिय गैस भरने से तन्तु की उष्मा संवहन (Convection) धाराओं द्वारा चारों ओर फैल जाती है। जिससे बल्ब के तन्तु (Filament) का ताप उसके गलनांक (Melting point) तक नहीं बढ़ पाता है। ऐसा न करने पर बल्ब का तापमान तन्तु के गलनांक तक बढ़ जायेगा और तन्तु गल जाएगी।

विकिरण (Radiation) से संबंधित उपयोग 1. चाय की केतली की बाह्य सतह चमकदार बनायी जाती है—चमकदार सतह न तो बाहर से उष्मा का अवशोषण करती है तथा न ही भीतर की उष्मा बाहर जाने देती है। इसलिए चाय काफी देर तक गरम बनी रहती है।

2. रेगिस्तान दिन में बहुत गरम तथा रात में बहुत ठण्डे हो जाते हैं—रेत उष्मा का एक अच्छा अवशोषक (Absorbant) है। उष्मा का अच्छा अवशोषक ही उष्मा का अच्छा उत्सर्जक होता है। इसलिए दिन के समय रेत सूर्य की उष्मा को अवशोषित करके गर्म हो जाता है और रात के समय में रेत अपनी उष्मा को विकिरण (Radiation) द्वारा खोकर अधिक ठण्डा हो जाता है।

3. बादलों वाली रात, स्वच्छ आकाश वाली रात की अपेक्षा गरम होती है—स्वच्छ आकाश वाली रात में पृथ्वी द्वारा छोड़ी गयी विकिरण (Radiation) की उष्मा आकाश की ओर चली जाती है। बादल उष्मा के बुरे अवशोषक (Bad-absorber) होते हैं। इसलिए बादलों वाली रात में पृथ्वी द्वारा छोड़ी गयी विकिरण की उष्मा ऊपर आकाश की ओर जाने के बजाय नीचे पृथ्वी की ओर वापस लौट आती है जिसके परिणामस्वरूप पृथ्वी गर्म बनी रहती है।

कृष्ण पिंड (Black body)—जो वस्तु अपने पृष्ठ पर आपतित सम्पूर्ण विकिरण (Total radiation) को पूर्णतया अवशोषित कर लेता है, उसे कृष्ण पिंड (Black body) कहते हैं। सर्वाधिक अवशोषण क्षमता 96% काजल की होती है काली वस्तु उष्मा का अच्छा अवशोषक है।

ग्रीष्म ऋतु में सफेद वस्त्र पहनना बेहतर है—काला या गहरे रंग का वस्त्र विकिरित उष्मा (Radiant heat) का अवशोषण सफेद वस्त्र की अपेक्षा अधिक करता है, क्योंकि काला वस्त्र उष्मा का एक अच्छा संवाहक है। सफेद वस्त्र सूर्य की विकिरित उष्मा को अधिकांशतया परावर्तित (Reflect) कर देता है, जिससे सूर्य की गर्मी सफेद वस्त्र के भीतर बहुत ही कम प्रवेश कर पाती है।

पानी की विशिष्ट उष्मा धारिता उच्च होने का लाभ—(i) जल की विशिष्ट उष्मा धारिता उच्च होने का लाभ यह है कि अन्य पदार्थों की अपेक्षा यह अधिक देर में गरम होता है तथा अधिक देर में ठण्डा होता है। इसलिए शरीर को सेंकने वाली बोतलों में गर्म जल भरा जाता है, जिससे वह अधिक देर तक शरीर को सेंक सकता है।

(ii) जल की अधिक विशिष्ट उष्मा धरिता के कारण ही समुद्र के पास के नगरों में न तो अधिक गर्मी पड़ती है और न ही अधिक सर्दी।

(iii) कमरों को गरम करने वाले पाइपों में गरम जल भरा जाता है।

पेय पदार्थ बर्फ से ढकने पर अधिक देर तक ठंडे क्यों बने रहते हैं—ठंडे पेय पदार्थ की बोतलों को ठंडा रखने के लिए उन्हें 0^0C में जल में रखकर बर्फ से ढक देते हैं। ऐसा करने पर पेय पदार्थ अधिक देर तक और ज्यादा ठंडे बने रहते हैं क्योंकि जब एक ग्राम बर्फ 0^0C के जल में परिवर्तित होती है तो 336 जूल उष्मा अवशोषित होती है।

वाष्पीकरण द्वारा शीतलन का दैनिक जीवन में प्रमुख उदाहरण—(i) गर्मी के दिनों में शरीर का जल पसीने के रूप में त्वचा पर आ जाता है। जल का वाष्पीकरण (Evaporation) होता है, जिसके दौरान शरीर की कुछ उष्मा खर्च हो जाती है, और हमें शीतलता का अनुभव होता है।

(ii) मिट्टी के बरतनों में बहुत ही सूक्ष्म छिद्र होते हैं। जल इनसे बाहर आ जाता है तथा मटके या सुराही की सतह से वाष्पित (Evaporate) होता है जिससे जल सहित पूरा निकाय ठंडा हो जाता है जिसके परिणामस्वरूप इस बर्तन में रखा जल भी ठंडा हो जाता है।

(iii) गर्मी के दिनों में कुत्ते जीभ बाहर निकाल कर हाँफते रहते हैं। जीभ पर लगे जल का वाष्पीकरण होता है जिससे इनका शरीर शीतल हो जाता है।

(iv) गर्मी के दिनों में खस की चटाई का उपयोग किया जाता है। इस पर जल डाला जाता है, जल का वाष्पीकरण होता है, जो कमरे की हवा एवं चटाई का ताप ग्रहण कर लेता है, जिसके कारण कमरा अत्यन्त शीतल हो जाता है।

प्रेशर कुकर (Pressure Cooker)—यह एक ऐसा बर्तन है जिसमें भोजन अतिशीघ्र पक जाता है। इसमें दाब बढ़ाया जाता है जिससे जल का क्वथनांक (Boiling point) बढ़ जाता है। अतः प्रेशर कुकर के अन्दर पकाये जाने वाले वस्तु को अधिक तापमान प्राप्त होता है तथा भोजन जल्द बन जाता है। अधिक ऊंचाई वाले स्थानों में कुकर अत्यन्त उपयोगी है क्योंकि यहां का वायुमंडलीय दाब निम्न होता है। जिससे जल का क्वथनांक निम्न होता है और खाना पकाने में समय अधिक लगता है।

सौर कुकर (Solar Cooker)—यह एक ऐसा उपकरण है जिसका उपयोग सौर ऊर्जा (Solar energy) का संग्रहण करके उसका उपयोग भोजन पकाने में किया जाता है। सूर्य के प्रकाश का लगभग 1/3 भाग अवरक्त प्रकाश होता है जो वस्तु को गरम कर देता है, जिस पर वह आपतित होता है। यह कुकर काँच के आवरण से ढका रहता है ताकि इसके अन्दर की उष्मा ग्रीन हाउस प्रभाव (Green house effect) के कारण अंदर ही रहे। बक्से की भीतरी दीवार काले रंग से रंगी रहती है। जिससे सौर ऊर्जा अधिक मात्रा में अवशोषित हो सके।

थर्मस फ्लॉस्क (Thermos flask)—यह एक विशेष बर्तन है जिसमें वस्तुएँ देर तक अपने उसी ताप पर रखी रहती हैं जिस ताप पर उन्हें रखा गया था। यदि गर्म वस्तु थर्मस में रखी जाये तो वह बहुत देर तक गरम ही बनी रहेगी। थर्मस फ्लॉस्क (Thermos flask) में ताप संचरण की तीनों क्रियाओं चालन (Conduction), संवहन (Convection) तथा विकिरण (Radiation) को कम किया जाता है। फ्लॉस्क का मुँह दोहरे ढक्कन से बन्द रहता है, इसलिए फ्लॉस्क में रखा गया द्रव गर्म या ठंडा बना रहता है।

समुद्री समीर तथा स्थलीय समीर का चलना—यह उष्मा संचरण का संवहन (Convection) संबंधी उपयोग है। दिन के समय सूर्य की गर्मी से जल की अपेक्षा स्थल अतिशीघ्र गर्म हो जाता है। जिससे स्थल की हवायें ऊपर उठती है तथा इनका स्थान लेने के लिए समुद्र की ओर से ठंडी हवाएँ स्थल की ओर चलने लगती हैं ये हवायें समुद्री समीर कहलाती हैं। रात में स्थल, जल की अपेक्षा अतिशीघ्र ठण्डा हो जाता है अतः समुद्र के जल के सम्पर्क से गर्म हवाएँ ऊपर उठती हैं तथा इसका स्थान लेने के लिए स्थल से समुद्र की ओर हवाएँ चलने लगती हैं। इन्हें स्थलीय समीर कहते हैं।

समतल दर्पण के उपयोग :

1. बहुरूपदर्शी (Kaleidoscope)—इसमें समान लम्बाई तथा समान चौड़ाई के तीन आयताकार समतल दर्पण इस प्रकार लगे रहते हैं कि दो दर्पणों के बीच

60^0 का कोण बने। ये तीनों दर्पण एक मोटी नली के अन्दर लगे रहते हैं। इस उपकरण में पारदर्शक शीशे वाले सिरे से नली को देखने पर तथा नली को घुमाने पर नई-नई रंगीन आकृतियाँ दिखायी पड़ती हैं। ये आकृतियां रंगीन काँच की प्रतिबिम्ब हैं, जो समतल दर्पणों (Plain mirrors) से बार-बार परावर्तित होने के कारण निर्मित होती हैं। इसका उपयोग बच्चों के खिलौने के रूप में होता है।

2. परिदर्शी (Periscope)—इस उपकरण का उपयोग पनडुब्बी (Submarine) जहाज तथा युद्ध के समय बंकर में छिपे सैनिक जमीन पर चल रहे दुश्मनों की गतिविधियों को देखने के लिए करते हैं। इसमें दो समतल दर्पण (Plain mirror) एक दूसरे से 45^0 कोण पर स्थित होते हैं। इन दर्पणों की परावर्तक सतहें आमने-सामने होती हैं इसलिए ऊपर वाले सिरे से होकर प्रवेश करने वाली किरणें दर्पण द्वारा परावर्तित होकर नीचे की ओर आती हैं तथा दूसरे दर्पण द्वारा परावर्तित होकर आँखों में प्रवेश करती हैं।

पैरेलैक्स (Parallex)—प्रेक्षक की गति के कारण दो वस्तुओं की आभासी आपेक्षिक गति को पैरेलैक्स (Parallex) या लम्बन त्रुटि कहते हैं।

उदाहरण—जब चलती हुई रेलगाड़ी की खिड़की से बाहर देखा जाता है तो भूदृश्य के पेड़ तथा दूसरी वस्तुएं एक दूसरे की अपेक्षा चलती हुई प्रतीत होती है। इसलिए किसी दूसरे पेड़ की अपेक्षा कोई एक पेड़ किसी एक क्षण बायीं ओर दिखायी पड़ सकता है तो कुछ सेकेंडों के बाद उसके दायीं ओर।

सोनार (Sonar)—ध्वनि के परावर्तन से परासन तथा परावर्तक की प्रकृति ज्ञात करने के सिद्धांत पर इस उपकरण की रचना की गयी है।

सोनार के उपयोग—(i) ध्वनि व प्रतिध्वनि (Echo) की तीव्रता की सूचना इससे मिलती है। (ii) समुद्र में चलने वाले जहाजों में सोनार की व्यवस्था कर जल की गहराई ज्ञात किया जाता है। (iii) समुद्र के नीचे चलने वाले पनडुब्बियों (Sub marine) की उपस्थिति की जानकारी देता है। (iv) सोनार की सहायता से टारपीडो (Tarpedo) की उपस्थिति का पता लगाया जाता है।

रडार (Radar)—रडार (Radio detection and ranging) अर्थात् रेडियो द्वारा वस्तुओं का परिचयन तथा परासन का संक्षिप्त रूप है। इसका सिद्धांत प्रतिध्वनि (Echo) के सिद्धान्त से मिलता-जुलता है।

रडार के अनुप्रयोग—(1) रडार का उपयोग वायुयान की उपस्थिति, दिशा इत्यादि को ज्ञात करने में। (ii) समुद्री जहाजों में लगे रडार से समुद्री चट्टानों की उपस्थिति की सूचना में, (iii) मौसम सम्बन्धी सूचना प्राप्त करने में, (iv) समुद्र के अन्दर जहाज के मार्ग में आने वाले बड़े-बड़े हिम खंडों, चट्टानों इत्यादि को ज्ञात करने में होता है।

कैथोड किरण ऑसिलोस्कोप (Cathode rays-oscillos -cope)—यह उपकरण प्रत्यावर्ती विद्युत धारा तथा विद्युत वाहक बल (Electro motive force) के दोलनों का दृश्य बनाता है।

उपयोग—कैथोड किरण ऑसिलोस्कोप का उपयोग टेलीविजन अभिग्रहित तथा रडार में होता है।

ट्रॉयोड वॉल्व (Triode valve)—कैथोड, एनोड, ग्रीड एवं तन्तु का संबंध तारों द्वारा वाल्व के आधार के चित्रों से करने पर ट्रायोड वाल्व (Triode valve) नामक उपकरण का निर्माण होता है।

ट्रॉयोड वाल्व के उपयोग—इसका उपयोग प्रवर्धक (Amplifier), दोलित (Oscillator), प्रेषी (Transmitter) संसूचक (Detector) तथा ग्राही (Acceptor) की तरह उपयोग किया जाता है।

अतिचालकता (Super conductivity)—ऐसे पदार्थ जिनमें विशेष परिस्थितियों में विद्युत प्रतिरोध शून्य हो जाता है एवं वे विद्युत के पूर्ण चालक बन जाते हैं, उनमें यदि विद्युत का प्रवाह किया जाय तो वे बिना किसी ऊर्जा क्षय के निरन्तर प्रवाहित होती रहेगीं, वे अतिचालक कहलाते हैं तथा उनका यह विशेष लक्षण अतिचालकता कहलाती हैं।

अतिचालकता के उपयोग

1. अतिशक्तिशाली चुम्बक (Magnet) के निर्माण में।
2. सुपर कम्प्यूटर (Super computer) के निर्माण में।
3. अतिचालक विद्युत चुम्बकीय वलयों का उपयोग कर किसी भी वस्तु को पृथ्वी पर या पृथ्वी से आकाश में प्रेषित करने में।

ट्रांजिस्टर (Transistor)—ट्रांजिस्टर P व N प्रकार के अर्द्धचालकों से निर्मित एक ऐसी इलेक्ट्रॉनिक युक्ति (Electronic device) है जो ट्रॉयोड वॉल्व (Triode valve) के स्थान पर प्रयुक्त होता है।

ट्रांजिस्टर के उपयोग—इसका उपयोग आधुनिक रेडियो, टी. वी., कम्प्यूटर, अंतरिक्ष यानों इत्यादि में होता है।

अर्द्ध चालक पदार्थ (Semi conductor substances)—ऐसे पदार्थ जिसमें विद्युत आवेग का प्रवाह संचालकों से कम परन्तु कुचालकों से अधिक होता है अर्द्ध चालक पदार्थ (Semiconductor substance) कहलाते हैं।

अर्द्ध चालकों पदार्थो के उदाहरण—रूई, ऊन, बालू, कागज, संगमरमर, हाथी दाँत, जरमेनियम, सेलेनियम, आर्द्र हवा इत्यादि अर्द्धचालक पदार्थ के उदाहरण हैं।

वोल्टमीटर (Voltmeter)—इसका प्रतिरोध (Resistance) बहुत अधिक होता है। इसका उपयोग परिपथ (Circuit) के किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर (Potential difference) मापने में होता है।

अमीटर (Ammeter)—किसी शंटयुक्त धारामापी को अमीटर कहते हैं। एक आदर्श अमीटर का प्रतिरोध (Resistence) शून्य होता है। विद्युत धारा को एम्पियर में मापने के लिए अमीटर का प्रयोग किया जाता है।

विद्युत फ्यूज (Electric fuse)—इसे परिपथ के साथ श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है। यह ताँबा, टिन व सीसा की मिश्र धातु से निर्मित होता है एवं इसका गलनांक (Melting point) कम होता है।

विद्युत मोटर (Electric motor)—विद्युत धारा के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा किसी चालक में गति उत्पन्न की जा सकती है, इसी सिद्धांत पर विद्युत मोटर कार्य करता है। यह विद्युत ऊर्जा (Electrical energy) को यांत्रिक ऊर्जा (mechanical energy) में परिवर्तित करता है।

ट्रांसफारमर (Transformer)—यह एक ऐसा उपकरण है, जिसका उपयोग प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) की वोल्टता कम या अधिक करने में किया जाता है।

डायनेमो (Dynamo)—इस उपकरण का उपयोग यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical energy) को विद्युत ऊर्जा (electrical energy) में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है।

विद्युत सेल (Electric cell)—विद्युत सेल (Electric cell) में विभिन्न रासायनिक क्रियाओं से रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। ये मुख्यतः निम्न दो प्रकार के होते हैं।

(a) प्राथमिक सेल तथा (b) द्वितीयक सेल।

(a) **प्राथमिक सेल** (Primary cell)—इसमें रासायनिक ऊर्जा सीधे ही विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित होती है। उदाहरण—वोल्टीय सेल, शुष्कसेल, डेनियल सेल, लेक्लांशी सेल इत्यादि।

(b) **द्वितीयक सेल** (Secondary cell)—इस सेल में पहले विद्युत ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा में फिर रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदला जाता है। इसका उपयोग मोटर कार, ट्रकों इत्यादि के इंजनों को स्टार्ट करने में किया जाता है।

किसी लिफ्ट में पिण्ड का भार

1. जब लिफ्ट ऊपर की ओर जा रही है तो उसमें स्थित व्यक्ति को अपना भार बढ़ा हुआ प्रतीत होता है।

2. जब लिफ्ट नीचे की ओर आ रही हो तो व्यक्ति को अपना भार घटा हुआ प्रतीत होता है।

3. जब लिफ्ट एक समान वेग से ऊपर या नीचे चलती है तो व्यक्ति को अपने भार में कोई परिवर्तन प्रतीत नहीं होता।

4. यदि नीचे गिरते समय लिफ्ट का त्वरण (Acceleration) गुरुत्वीय त्वरण से अधिक हो तो व्यक्ति लिफ्ट की सतह से ऊपर की उठकर उसकी छत पर जा लगेगा।

यदि दुर्घटनावश लिफ्ट का तार टूट जाये तो वह एक मुक्त पिंड की भांति गुरुत्वीय त्वरण से नीचे गिरती है। इस दशा में उसमें स्थित व्यक्ति को अपना भार शून्य प्रतीत होता है। यह भारहीनता (Weightlessness) की अवस्था है।

तारत्व (Pitch)—ध्वनि का वह लक्षण जिसके कारण हम ध्वनि को मोटी या पतली करते हैं, तारत्व कहलाता है। ध्वनि का तारत्व उसकी आवृत्ति (Frequency) पर निर्भर करता है। पुरुषों में ध्वनि का तारत्व स्त्रियों की अपेक्षा कम होता है। शेर की दहाड़ एवं मच्छरों की भिनभिनाहट में मच्छर की भिनभिनाहट का तारत्व अधिक होता है तथा शेर की दहाड़ का तारत्व कम होता है।

अनुनाद (Resonance)—अनुनाद की क्रिया के कारण ही सैनिकों को किसी पुल पर कदम मिलाकर न चलने की सलाह दी जाती है क्योंकि कदम मिलाकर चलने से सैनिकों के कदमों की आवृत्ति (Frequency) पुल की स्वाभाविक कंपन आवृत्ति के बराबर हो जाती है, जिससे अनुनाद के कारण पुल में बड़े-बड़े आयाम के कंपन उत्पन्न हो जाते हैं। जिसके परिणामस्वरूप पुल के टूटने की संभावना हो जाती है।

न्यूटन का प्रथम गति नियम—वस्तु अपनी विरामावस्था या सरल रेखा के अनुरूप एकसमान गति की अवस्था में तब तक बनी रहती है, जब तक कि उस पर कोई असंतुलित बल कार्य न करे। वस्तुओं को अपनी गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करने की प्रवृत्ति को जड़त्व (Inertia) कहते हैं।

जड़त्व के उदाहरण

1. रुकी हुई गाड़ी के अचानक चल पड़ने पर उसमें बैठे यात्री पीछे की ओर गिर पड़ते हैं।

2. चलती हुई गाड़ी के अचानक रुकने पर उसमें बैठे यात्री आगे की ओर झुक जाते हैं।

3. हथौड़े को हत्थे में कसने के लिए हत्थे को जमीन पर मारते हैं।

4. गोली मारने पर काँच में छिद्र हो जाता है किन्तु पत्थर मारने पर वह काँच टुकड़े-टुकड़े हो जाता है।

5. कम्बल पर डंडा पीटने से धूल झड़ जाते हैं।

गति विषयक न्यूटन का तृतीय नियम—किसी भी क्रिया के लिए ठीक उसके बराबर परन्तु विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है। उदाहरण—

1. राकेट का आगे बढ़ना, 2. ऊंचाई से कूदने पर चोट लगना, 3. बंदूक से गोली छोड़ते समय पीछे की ओर झटका लगना, 4. कुंआ से पानी खींचते समय रस्सी टूट जाने पर व्यक्ति का पीछे की ओर गिर जाना इत्यादि।

संवेग संरक्षण का सिद्धांत (Law of conservation of momentum)—एक वस्तु में जितना संवेग परिवर्तित होता है, दूसरी वस्तु में उतना ही संवेग विपरीत दिशा में हो जाता है। रॉकेट (Rocket) का नोदन, बंदूक का प्रतिक्षेप संवेग संरक्षण सिद्धांत पर आधारित है।

प्रक्षेप गति (Projectile motion)—जब किसी वस्तु को एक प्रारंभिक वेग से उर्ध्वाधर गति से किसी दिशा में फेंका जाता है तो वह गुरुत्वीय त्वरण के अन्तर्गत ऊर्ध्वाधर तल में एक वक्र पथ पर गति करता है। इस गति को प्रक्षेप्य गति कहते हैं।

प्रक्षेप्य गति के उदाहरण—1. हवाई जहाज से गिराये गये बम की गति,

2. छत पर खड़े होकर क्षैतिज दिशा में फेंकी गयी गेंद की गति,

3. बल्ले से टकरायी गेंद की गति इत्यादि।

घर्षण (Friction)

जब एक वस्तु दूसरी वस्तु की सतह पर फिसलती है, तो फिसलन की गति की दिशा के विपरीत एक प्रतिरोध बल कार्य करता है, जिसे घर्षण बल (Friction force) कहा जाता है। इसकी दिशा सदैव वस्तु की गति की दिशा के विपरीत होती है। घर्षण कम करने के लिए जिस पदार्थ का उपयोग किया जाता है उसे स्नेहक (Lubricant) कहते हैं।

घर्षण बल के उपयोग—1. घर्षण बल के कारण ही कोई मनुष्य सीधा खड़ा रहता है। 2. यदि सड़कों पर घर्षण न हो तो, पहिए फिसलने लगते हैं। 3. पट्टा व पुली के बीच घर्षण न होने पर पट्टा मोटर के पहिए को घुमा न सकेगा 4. घर्षण बल कम होने पर हम केले के छिलके एवं बरसात के दिनों में चिकनी सड़क पर फिसल जाते हैं।

आर्किमिडीज के नियम का दैनिक जीवन में अनुप्रयोगः

1. जलयान व पनडुब्बियों (Submarines) के डिजाइन निर्माण में।

2. दुग्धमापी (Lactometer) के निर्माण में।

3. हाइड्रोमीटर (द्रव घनत्व मापी) के निर्माण में।

4. जीवन रक्षक पेटी (life belt) के निर्माण में।

प्रत्यास्थता (Elasticity)—यह पदार्थ का वह गुण है जिसके कारण वस्तु, उस पर आरोपित वाह्य बल से उत्पन्न किसी भी प्रकार के परिवर्तन का विरोध करती है तथा जैसे ही बल हटा लिया जाता है, वह वस्तु अपनी पूर्वावस्था में वापस आ जाती है। कुछ आम धातुओं का प्रत्यास्थीय व्यवहार निम्नलिखित है—

1. शुद्ध लोहा लचीला होता है, किन्तु प्रत्यास्थ नहीं होता है।

2. इस्पात लचीला तथा प्रत्यास्थ दोनों ही होता है।

3. ताँबा तन्य (Ductile) होता है।

4. ढलवां लोहे में कार्बन की मात्रा 3% से 4% होती है यह न तो लचीला होता है और न ही प्रत्यास्थ।

5. सीसा आघातवर्ध्य होता है और इसमें सुघट्‌यता भी पायी जाती है।

दैनिक जीवन में श्यानता का प्रभाव—1. जितनी तेजी से हम वायु में दौड़ सकते हैं, उतनी तेजी से जल में नहीं दौड़ सकते हैं क्योंकि जल की श्यानता वायु से अधिक है।

2. कम श्यान द्रव जैसे जल एवं अधिक श्यान द्रव जैसे ग्लिसरीन, शहद को फर्श पर लुढ़काने पर, शहद व ग्लिसरीन अधिक श्यान होने के कारण जल्दी ठहर जाते हैं जबकि जल कम श्यान होने के कारण अधिक समय तक बहता रहता है।

3. वायु की श्यानता के कारण ही बादल के कण बहुत धीरे-धीरे नीचे की ओर आ पाते हैं एवं बादल आसमान में तैरते हुए प्रतीत होते हैं।

बर्नोली प्रमेय के अनुप्रयोग—1. वेन्टुरीमीटर निर्माण में 2. वायुयान के निर्माण में, 3. जब आंधी आती है तो घरों के छप्पर व टीन उड़ जाते हैं, 4. यदि रेलवे प्लेटफार्म पर कोई मनुष्य खड़ा हो तो तेजी से रेलगाड़ी आने पर व्यक्ति को गाड़ी की ओर गिर जाने का खतरा रहता है।

पृष्ठ तनाव के उदाहरण—1. जल की बूंदों का गोल होना।

2. लैम्प की बत्ती में तेल चढ़ना।

3. साबुन के प्रयोग से कपड़े धोना।

4. अशांत समुद्र में तेल गिरने से जल में स्थिरता का आना।

5. स्याही सोख्ता तथा तौलिया द्वारा जल सोखना।

6. शेविंग ब्रश को जल से निकालने पर केश का आपस में सटना।